

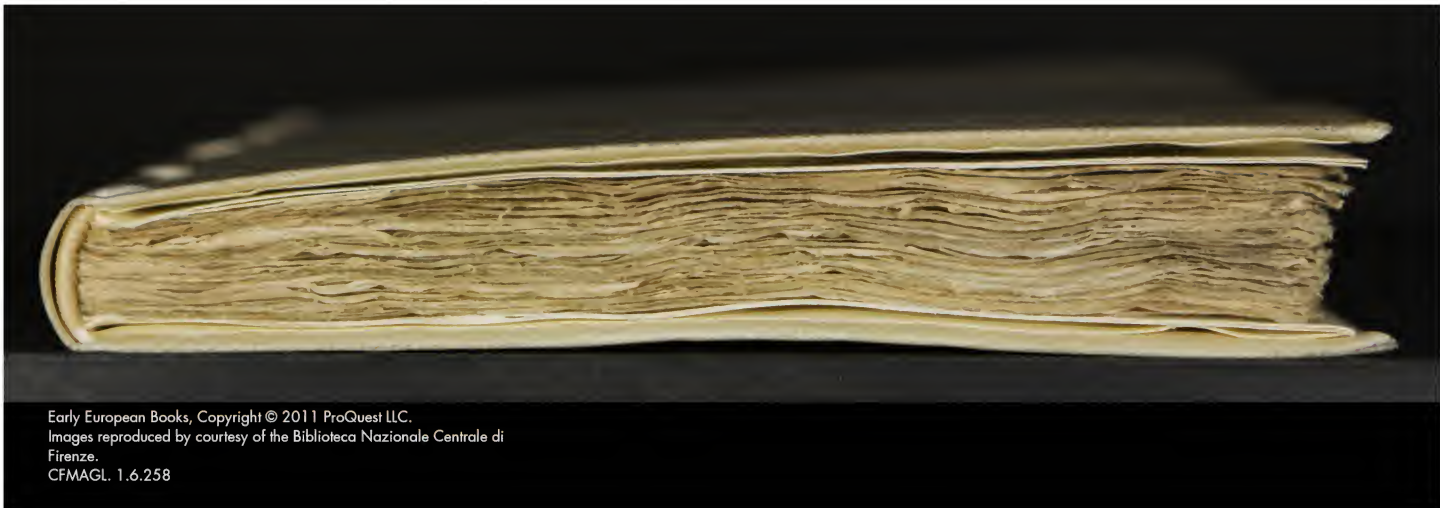


Early European Books, Copyright © 2011 ProQuest LLC.
Images reproduced by courtesy of the Biblioteca Nazionale Centrale di
Firenze.
CFMAGL. 1.6.258





Early European Books, Copyright © 2011 ProQuest LLC.
Images reproduced by courtesy of the Biblioteca Nazionale Centrale di
Firenze.
CFMAGL. 1.6.258

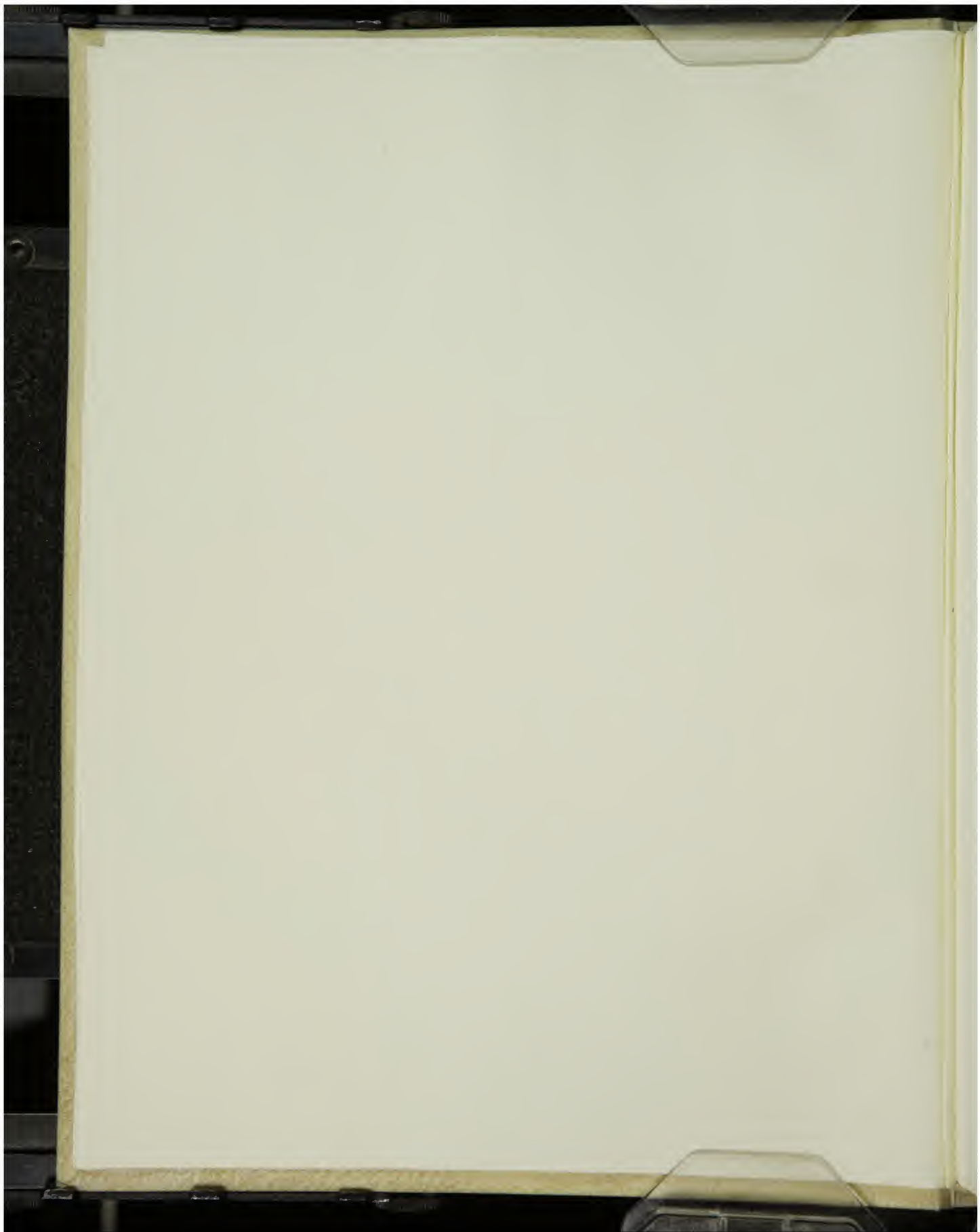


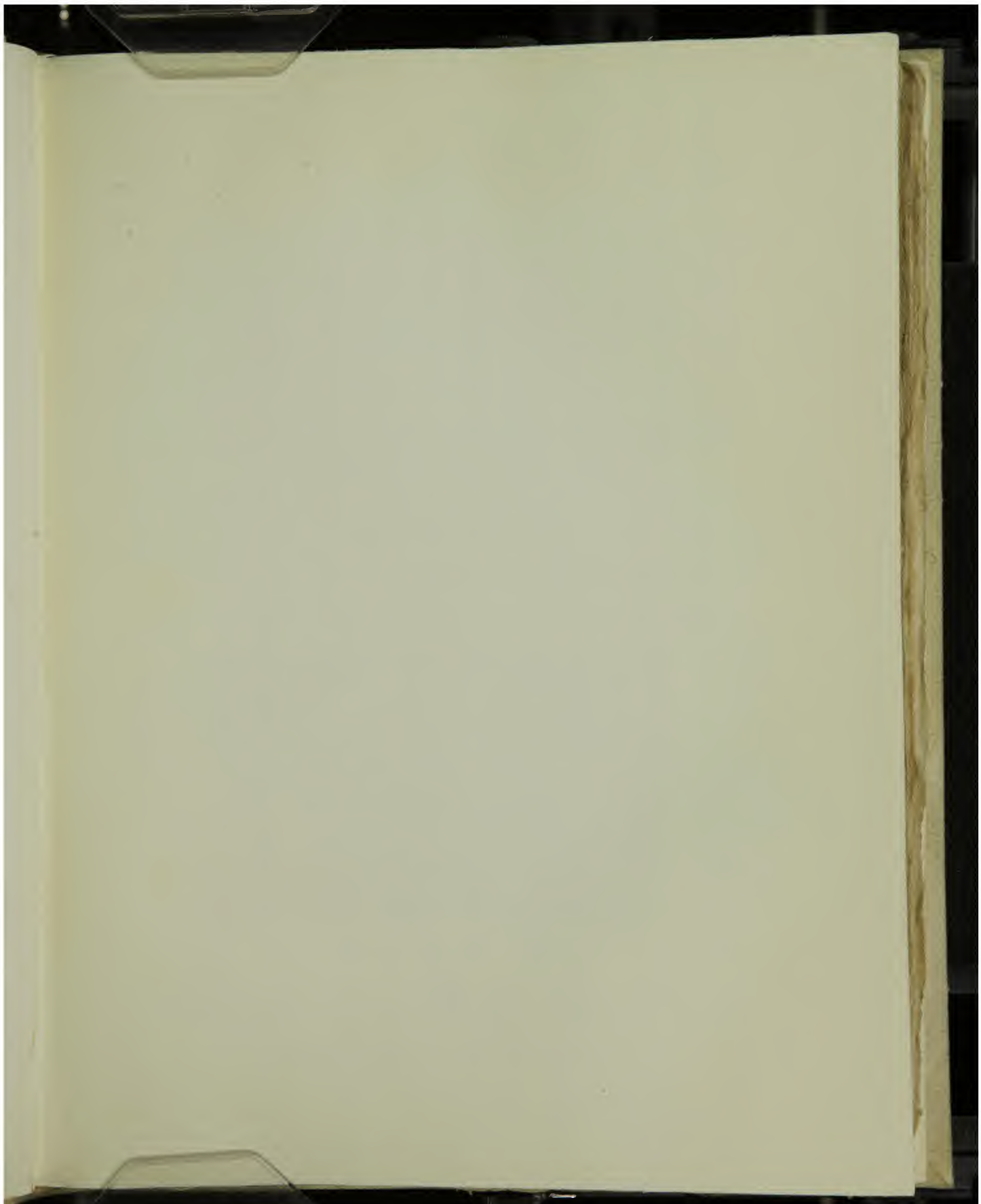
Early European Books, Copyright © 2011 ProQuest LLC.
Images reproduced by courtesy of the Biblioteca Nazionale Centrale di
Firenze.
CFMAGL. 1.6.258



Early European Books, Copyright © 2011 ProQuest LLC.
Images reproduced by courtesy of the Biblioteca Nazionale Centrale di
Firenze.
CFMAGL. 1.6.258

1.6.258





SYNOPSIS
OPTICA,
IN QVA ILLA OMNIA
QVÆ AD OPTICAM, DIOPTRICAM,
CATOPTRICAM PERTINENT,

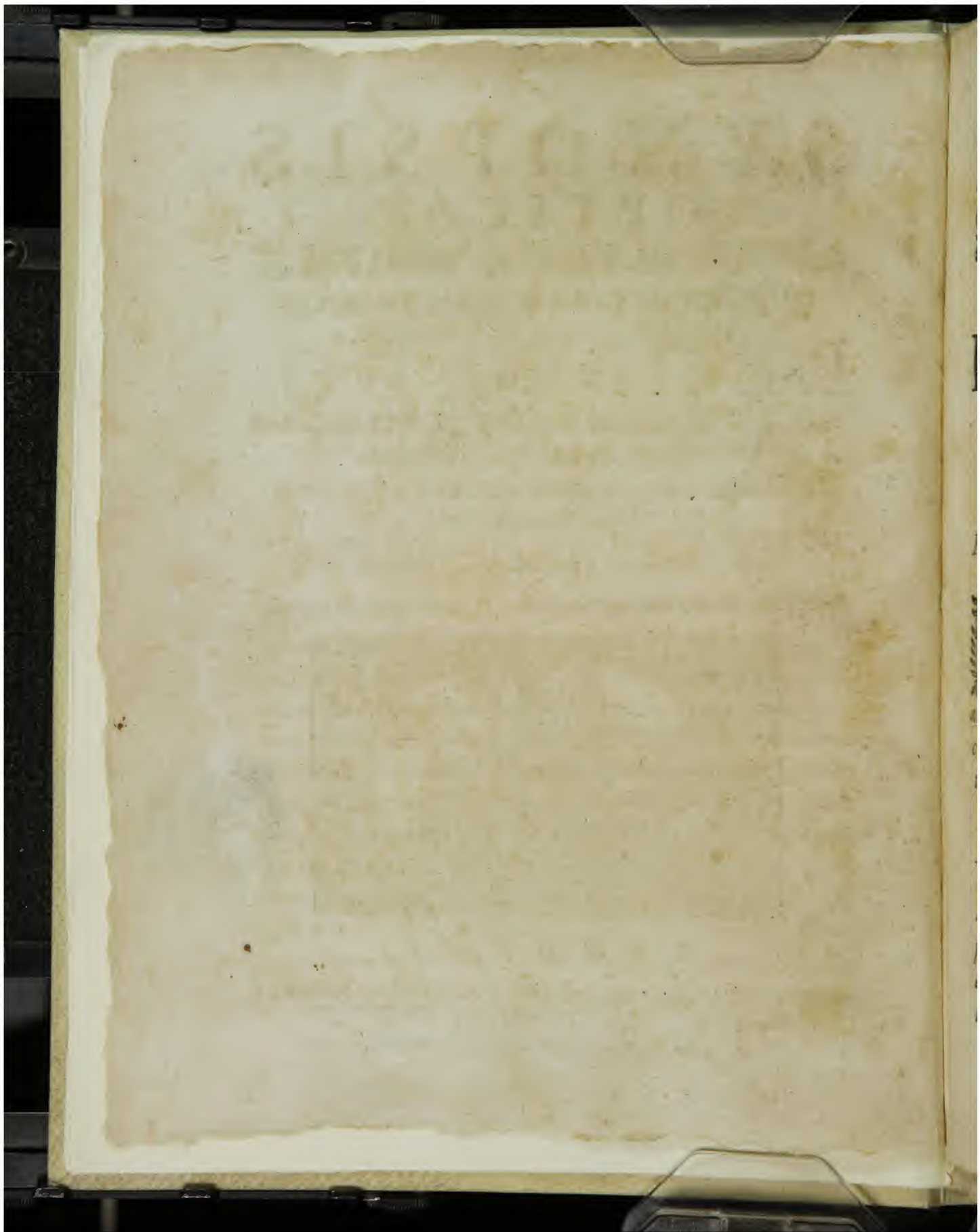
ID EST,
AD TRIPLICEM RADIVM VISVALEM
Directum, Refractum, Reflexum,
BREVITER QVIDEM, ACCVRATE
tamen demonstrantur.

Authore HONORATO FABRI, Societatis Iesu.

Ad Cerenissimum Principem LEOPOLDVM, Magni Ducis Etruriæ Fratrem.



LVGDVNI,
Sump. HORATII BOISSAT, & GEORGII REMEVS.
M. DC. LXVII
Cum Approbatione & Permissu Superiorum.





SERENISSIMO PRINCIPI
LEOPOLDO,
MAGNI DVCIS ETRVRIÆ
FRATRI.

HONORATVS FABRI FOELICITATEM.

DE Re literaria vniuersa ita es bene meritus,
PRINCEPS SERENISSIME, ita me
priuatim beneficiis tibi obstrinxisti, ut saltem
aliquam, tum grati animi, quē in me sentio, tum etiam
communis omnium literatorum gratulationis testifica-
tionem palam expromendam esse duxerim. Dum verò
paulò illustrius suppetat argumentum, hac opella, quæ
fortunâ & casu ad manum fuit, hoc munere defunge-
tur, quod mihi certè optimè versum iri spero, cui ab
alio sole, neque doctius, neque nobilius lumen affulgere
possit. Et verò, ut triplicis radij Opticas affectiones,
directi, reflexi, atque fracti, hac Scientia demonstrat,
ita in Celsitudine tua, multiplicis quidem, triplicis

ã 2

tamen præcipuè lucis radios tota ferè Europâ, non sine admiratione suspicit; Auita scilicet Nobilitatis; nam cum Diis terræ, Imperatoribus & Regibus agnatione coniunctus es; religiosa erga Deum pietatis, quem castigatissima vitæ & Christianarum virtutum cultu prosequeris; & omnigena ferè literatura, quam tum Ingenij perspicacia, tum assidua operosa mentis applicatione, tibi affatim comparasti. Qui hæc tria, triplici nodo, arctius iuxta atque scilicet in se uno strinxerit, ut ingenuè dicam, quod res est, non inuenio; adderem aliud, nisi iam supra indicassem; nempe illius Serenissimi magni Ducis Frater es (quod certè amplissimæ laudis magnum compendium censeo) cuius singularem prudentiam, mirabilem solertiam, incredibilem rei politicæ peritiâ, regios mores, & cætera omnia augustissimi & diuini cuiusdam animi grædiæ decora, & mirifica ornamenta totus Christianus orbis commendat, prædicat, demiratur. Per te igitur mihi liceat, sapientissime Princeps, Serenissimo tuo nomine hanc opellam meam inscribere, in qua, ne quid dissimulem, more meo, multa paucis complexus sum, eo saltem operæ pretio, ut vel inde lectorum oculi minùs fatigentur, eorum præsertim, tui similium, qui temporis usuram maximo lucro & pretioso emolumento ducunt: nihil ferè, sat scio, quod tibi arrideat, in ea reperiens; sed vii spero, prætermittâ auctoris inscitia, optimam illius voluntatem non dedignaberis; nec enim quiuis Mecenas Marones semper habet vel Horatios; nec quæuis Arbor regie syluæ Cedrus est; nec quælibet in cælo stella primi nominis; nec omnes regie coronæ lapilli Adamantes: mihi satis erit, quidquid tandem de doctrina celsitudo tua iudicet, si conatum saltem viribus imparem laudare, & obseruantiam meam approbare dignetur. Accipe igitur hoc quaecumque eiusdem obseruantie meæ, quantumvis ignobile pignus; & semoto illo, quo reuerà plurimum vales, ingenij acumine, cuius fulgore, seu fulgure tennellus Opticæ nostræ oculus nimium perstringeretur, una dumtaxat humanitas tua illud excipiat, cui non libellum modò meum, sed omnia mea, & totum me ipsum dedico & dono.

INDEX



I N D E X.

Propositionum, in hac Synopsi Opticâ contentarum.

PROPOS. I.	M odus visionis explicatur.	pag. 3
II.	Imago, seu basis projectionis aliquando distincta est, aliquando confusa.	5
III.	Cur oculus vneam explicet, & pupillam contrahat.	ibid.
IV.	Cur oculus crystallinum contrahat, vel explicet.	6
V.	Imago obiecti in fundum retinae, everso situ projicitur, & cur?	7
VI.	Illud obiectum maius videtur cuius imago maiorem retinae portionem afficit.	8
VII.	Idem obiectum propius positum maius apparet, remotum verò minus, & cur?	9
VIII.	Angulus visorius ex quatuor aliis capitibus crescit ac proinde obiectum maius videtur.	10
IX.	Ex totidem capitibus angulus visorius decrescit, & obiectum minus videtur.	11
X.	Distantiarum dimensio ad magnitudinum dimensionem reducitur.	ibid.
XI.	Figura obiecti varia videtur pro diuersa projectione.	14
XII.	Statuitur fundamentum totius Perspectivae & Scenographiae.	15
XIII.	Fundamentum transformationis figurarum statuitur.	16
XIV.	Propter variam distantiam obiecti, figura diuersimodè mutatur.	17
XV.	Globi, pro diuersa distantia diuersus est aspectus.	19
XVI.	Ideo motus videri dicitur, quia idem obiectum mobile diuersas oculi immobilis partes successinè afficit, vel obiectum immobile, oculi mobilis.	20
XVII.	Quando per foramen obiectum aspicitur, multa plerumque succedunt quae ibi emiculantur.	22
XVIII.	Alba & lucida procul spectata maiora videntur.	31
XIX.	Cur & quando idem obiectum utroque oculo spectatum, vel unum, vel geminum appareat facile definitur.	32
XX.	Projectio specierum traiectis per foramen & vitrum radiis ab obiecto profectis ex iisdem principiis explicatur.	34
XXI.	Luminis per apertum foramen traiectio explicatur.	36
XXII.	Projectio umbrarum explicatur.	40
XXIII.	Sectio circulorum caelestium in plano opposito explicatur.	42
XXIV.	Saturnij annuli proprietates & phenomena explicantur.	49
XXV.	Reflexionis luminis ratio explicatur.	59
XXVI.	Quacunque ad aequalitatem angulorum reflexionis & incidentiae pertinent, breuiter explicantur.	64
XXVII.	Explicatur cur, & quomodo videatur obiectum, intra speculum.	67
XXVIII.	Quacunque pertinent ad speculum conuexum sphaericum, explicantur.	

XXIX.	<i>Sistente obiecto immobili oculus accedat propius ad speculum conuexum, idque per lineam rectam ad punctum contactus terminatam, idem manet punctum reflectionis.</i>	73
XXX.	<i>Quo speculum erit maioris sphaera, eò maior arcus secundum quantitatem radius illapsus occupatur; minor verò secundum proportionem.</i>	75
XXXI.	<i>Rejicitur id, quod à nonnullis Recentioribus assertum fuit, nimirum si luna speculum tersissimum esset, solem non visum iri ab oculo in tanta distantia collocato.</i>	76
XXXII.	<i>Sphericum & conuexum speculum representat obiectum, ubiuis positum, oculo ubiuis collocato.</i>	77
XXXIII.	<i>Quaecunque ad speculum cavum sphericum pertinent, explicantur.</i>	80
XXXIV.	<i>Explicantur quae ad speculum cavum istorum pertinent.</i>	86
XXXV.	<i>Explicantur quae ad conuexum, cylindricum, prismaticum, conicum pertinent.</i>	87
XXXVI.	<i>Explicantur quae pertinent ad cana cylindrica, conica, &c.</i>	92
XXXVII.	<i>Speculum parabolicum cavum explicatur.</i>	95
XXXVIII.	<i>Speculum ellipticum explicatur.</i>	100
XXXIX.	<i>Speculum hyperbolicum explicatur, tum cavum, tum conuexum.</i>	103
XL.	<i>Refractionis ratio explicatur.</i>	105
XLI.	<i>Diffusio luminis explicatur.</i>	107
XLII.	<i>Causa Physica Refractionis explicatur, idque obiter.</i>	109
XLIII.	<i>Explicatur refractionis in vitris planis, & sphericis.</i>	110
XLIV.	<i>Explicantur ea quae pertinent ad telescopium, seu tubum opticum, seu perspicillum maius, constans ex conuexo obiectino & oculari cauo.</i>	116
XLV.	<i>Explicantur ea quae pertinent ad telescopium constans ex duobus utrimque conuexis.</i>	126
XLVI.	<i>Lens ocularis ex duabus semilentibus in centro, seu polo conuexitatum coniunctis, & extrinsecus utrimque planis, explicatur.</i>	131
XLVII.	<i>Explicantur telescopia pluribus lentibus instructa.</i>	138
XLVIII.	<i>Explicantur quae ad unam dumtaxat lentem pertinent.</i>	144
XLIX.	<i>Explicantur ea quae ad specularia, ocularia pertinent.</i>	148
L.	<i>Explicantur quae ad microscopium pertinent.</i>	150
LI.	<i>Explicantur quae ad vitrum ellipticum & hyperbolicum pertinent.</i>	154
LII.	<i>Explicantur ea quae accidunt circa baculum aqua immersum.</i>	158
LIII.	<i>Explicantur obiter aliqua ad rem colorum pertinentia, qui ex refractione nascuntur.</i>	159
LIV.	<i>Explicantur quae ad polyopiram pertinent.</i>	160
LV.	<i>Explicantur ea quae ad refractiones, & paralaxes caelestes pertinent.</i>	162
LVI.	<i>Explicatur usus analemmatis noui ad horologia.</i>	164
LVII.	<i>Nonnulla optici iuris quae ad caelestia phaenomena pertinent, supra omissa, hic obiter declarantur.</i>	167
LVIII.	<i>Perstringuntur breuiter quae ad rem Cometarum pertinent, statutis prius nonnullis de Physicis & Astronomicis.</i>	174

APPEN

A P P E N D I X.

Nonnulla quæ ad Opticam Astronomicam, nimirum ad motus inæqualitatem
vel anomaliam, aliisque affectiones Planetarum, pertinent, explican-
tur.

194



APPROBATIO

A P P R O B A T I O.

C Ommissa mihi facultate à R. P. Libello S. A. P. Magistro, *legendi Synopsim Opticam admodum R. P. Honorati Fabri Soc. I E S V*, eam maxima cum voluptate perlustravi. Opus est mole paruum; at Doctrinâ magnum. Hanc materiem, quod paucis concessum, ad clarissima & solidissima fundamenta reducit. Alter Maurolycus cœlos nedum mira mentis acie penetrans. Et quia noua placent, nouam systematis Ptolemaici speciem Astronomis proponit. Curiosa experimenta & artefacta quæ instruant & recreent tradit, omnium viri literarum. In hoc præclaro libro nihil deprehendi, quod fidei Catholicæ, aut bonis moribus aduerfetur; ideoque dignum iudico qui litterario orbi communicetur. Romæ die 8. Iunii 1666.

D. Ioseph Costalta Abbas Cong. Cassinensis.

A P P R O B A T I O.

R Euerendi Patris Honorati Fabri Societatis I E S V Opera de Optica, Dioptrica, & Catoptrica in omnibus fidei Catholicæ & probis moribus esse consona testor ego infra scriptus facultatis Parisiensis doctor Theologus, Lugduni die 29. Octobris 1666.

CYRILLVS MOREL.

Carmelitarum in dignus Prior.

A P P R O B A T I O.

Q Uæ de Optica, Dioptrica, & Catoptrica Reuerendus Honoratus Fabri Societatis I E S V peritè & iucundè explicat, absque fidei iactura possunt decurri, ita testor in arce Marchionatus de Neuf-ville die 7. Nouembris anni 1666.

MORANGE.

Domus ac Societatis Sorbonicæ Doctor.

Consensus Procuratoris Regij.

V Iſis præcedentibus Doctorum Approbationibus, non intercedo Regis causâ, ne Liber, cui titulus est: *Synopsis Optica in qua, &c. Authore R. P. Honorato Fabri Soc. I E S V*; imprimatur, & in lucem edatur ab HORATIO BOISSAT, ET GEORGIO REMEVS, Ciuitatis huiusce Bibliopolis; cum prohibitionibus aliis omnibus Bibliopolis, in hoc casu fieri solitis. Lugduni, die 17. Nouembris anno 1666.

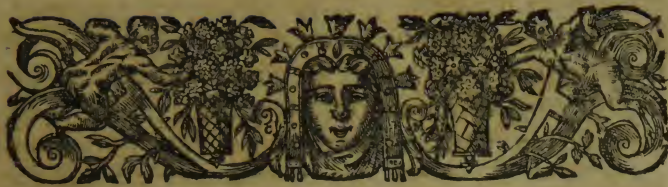
VIDA VD.

L I C E N T I A.

F latius juxta Consensum Procuratoris Regij, die 17. Nouemb. 1666.

SEVE.

SYNOPSIS



SYNOPSIS OPTICA.

FVNDAMENTVM I. OPTICVM.

OCVLI FABRICA.



CVLVS constat ex suis tunicis, humoribus, neruis & musculis. Radij ab objecto profecti, quos deinceps visuales appellabo, ad retinam, quæ concavum oculi fundum vestit, terminantur: Ijs enim per corneam diaphanam, & humores perspicuos liber transitus patet: Vnea, opaca licet, foramen in meditullio habet, ad instar annuli, qui modò contrahitur, dum vnea sese explicat, modò dilatatur, cum illa sese contrahit: crystallinus etiam operâ tenuissimi musculi, qui in processu ciliares pectinatim abit, modò in conuexiorem superficiem sese contrahit, vnde tantulus retinæ accessus sequitur, modò in planiorem sese explicat, vnde recedit tantulum retina: Quò mollior est crystallinus, eò facilius sese contrahit, vel explicat; difficilius verò, quò durior; diuersa autem figura

A

2. *Synopsis Optica.*

crystallino inducitur, ut distincta imago, seu basis à radijs visualibus formata, in retinam, seu oculi fundum projiciatur; illa porro distincta est, si omnes radij ab eodem objecti puncto profecti, ad idem retinæ punctum terminentur. Cuncta hæc ex pura Physica, quæ huius loci non est, manifesta sunt.

FUNDAMENTVM II.

Refractionis ratio.

Radius medio diaphano densiori obliquè illapsus refringitur, seu curuatur versùs perpendicularem, in punctum illapsûs ductam, & si obliquiùs incidat, magis curuatur, id est, cum eodem radio incidente ultra producto, radius refractus maiorem angulum facit, & hic vocatur angulus refractionis. Denique ita possunt refringi radij in medium densius illapsi, ut omnes ab eodem objecti puncto profecti, ad idem projectionis punctum terminentur; quod ut in aliquo schemate repræ-

Figur. 1. sentetur; sit lens crystallina DE, sit objectum quodlibet ABC; ita prædicta lens conformata, & disposita esse potest, ut omnes radij profecti à puncto B, incidentes in superficiem convexam DE, post fractionem, projiciantur in G; item profecti ab A, colligantur in G; & in F, profecti à C, hoc saltem mente fingi potest, quod nemo negaverit.

FVNDAM

FUNDAMENTVM. III.

Veritas Geometrica.

Accersit enim Optica demonstrationes Geometricas, quæ ad rem suam faciunt, easque illi Geometria vltro suppeditat: vnde Opticus citra demonstrationem ea supponit, quæ iam à Geometris demonstrata fuerunt. Hinc demonstratio Geometrica principium demonstrationis Opticæ rectè dicitur.

Postulatum vnicum.

Liceat collocare oculum, & objectum in quolibet situ in qualibet distantia, interponere quodlibet medium, trajicere radios visuales per quodlibet foramen, accipere quemlibet angulum, diuidere, &c.

PROPOSITIO I.

Modus visionis explicatur. Sit oculus DCF, crystallinus CD, objectum AB; ita componatur CD, vt omnes radij à puncto A profecti colligantur in H; idem fiat de alijs; inde projicitur in fundum oculi imago, seu species, seu basis distincta GH; & cum ipsi retinæ, oculi fundo obductæ supponatur inesse potentia, seu facultas sentiens, visiva scilicet, quidquid tandem illa sit, punctum G retinæ sentit se affici, idque per lineam perpendicularem; idem dico de alijs punctis; hæc autem perpendicularis, puta GA, dicitur radius visorius, per quem videri dicitur punctum A; cum enim à puncto G infiniti radij duci pos-

Figur. 2.

A 2

sint, ex quibus vnus tantum perpendicularis est; & cum per vnum dumtaxat radium, punctum A per se videatur; certè quod vnum est, determinatum est; ac proinde per illum tantum, non verò per alios (cur enim per vnum potius quàm per alium) videtur punctum A. Hinc radij visuales ab objecto tendunt ad oculum, visorius ab oculo ad objectum; visuales multi sunt & propemodum infiniti; pauci enim vix sufficerent ad affectionem sensibilem imprimendam; visorius vnus tantum; visuales organum, cui potentia visiva inest, afficiunt, quocunque tandem motu & modo id fiat; visorius dirigit lineam visionis, & locum objecti; visuales sunt reales, visorius fictitijs.

C O R O L L. I.

Hinc corrige 1. illorum, errorem, qui volunt radium visorium esse extremum segmentum radij visualis, in retinam immersum, quia vel nullus visualis immergitur, vel omnes & singuli immerguntur.

C O R O L L. II.

Corrige 2. illius commentum, qui docuit, radium visorium illum esse, qui secundum rectam lineam nerui affecti ducitur, cum neruus opticus secundum rectam lineam non eat, nisi forte aliquod illius segmentum, quod tamen ad diuinationem omnino pertinet: Præterea visionem in oculo fieri, nemo negarit, licet ex affectione oculo impressa: Denique quantumuis voluatur oculus, objectum in eodem loco videtur, licet in diuersum retinæ tractum impressa imago incidat: Restat ergo, vt radius visorius sit ipsa perpendicularis in quolibet retinæ puncto erecta, in quo omnes radij ab eodem objecti puncto profecti cōeunt.

PROPO

PROPOSITIO II.

I Mago, seu basis projectionis aliquando distincta est, aliquando confusa; Distincta est, cum radij ab eodem objecti puncto profecti in eodem retinae puncto colliguntur; confusa verò si præfati radij colligantur, antequam ad retinam pertineant; vel ad retinam pertineant, antequam colligantur. Hæc vltiore probatione non indigent, quia sunt per se nota.

PROPOSITIO III.

N E multi radij, ex iis scilicet, qui obliquiores sunt, crystallino illapsi, basim distinctam confundant, & quasi expungant, oculus vueam explicat, ac proinde pupillam contrahit; Sic obliquioribus radiis transitus intercluditur; est enim vuea ad instar cuiusdam tenuissimi musculi, suis fibris instructi, ad hunc motum explicationis & contractionis necessariis, ut videre est in oculis felinis, perspicuo & oculari experimento.

COROLL. I.

Hinc si oculus in majore lumine collocetur, pupilla contrahitur; ab objecto enim valde lucido multi radij proficiscuntur, qui deinde nisi arceantur, per contractionem pupillæ, obliquè crystallino inciderent, distinctamque basim turbarent.

COROLL. II.

In tenebris secus accidit; cum enim paucissimi radij oculo illabantur, hic pupillam explicat, & ad sensibilem affectionem, radios luminis quasi

venatur; nec periculum est, ne superflui radij basim distinctam expungant, cum vix suppetant necessarij ad illam imprimendam.

C O R O L L. III.

Quando paruum objectum oculo propius adinouetur, pupilla contrahitur, ne multi radij per margines objecti crystallino illapsi distinctam basim, vel impressam imaginem expungant.

P R O P O S I T I O IV.

VT radij magis, vel minus incuruentur, ad projectionem basis distinctæ, oculus crystallinum contrahit, vel explicat; Nempè quando contrahitur, fit conuexior; vnde major refractio, vel incuruatio illapsi radij, quâ certè opus est, si alioqui radij visuales ab eodem objecti puncto profecti, ad retinam perueniant, antequam coëant; quando verò explicatur, fit planior, vnde minor refractio, vel incuruatio, quâ opus est, si alioqui radij visuales coëant, antequam ad retinam perueniant.

C O R O L L.

Hinc perspiciliorum vsus, conuexorum, cauorum, de quibus *infra* multa nobis erunt demonstranda.

S C H O L.

Observabis crystallinum contrahi & explicari, adhibitâ operâ musculi tenuissimi, de quo *suprà in i. fundam.* Ad hoc autem potentia motrix, quæ huic organo inest, determinatur ab ipso radiorum appulsu: Hinc nifus ille, quem in oculo experimur, ad rectè videndum; cum enim physicus omnium potentiarum finis eò spectet, vt suo quæque munere rectè

Propositio IV. & V. 7

rectè defungatur, alio certè instinctu, vel ductu opus non est, ad hoc, ut organa, quibus ad prædictum finem vtuntur, ita disponant & componant, eo situ & statu, qui necessarius sit, ad affectionem objectiuam, ut vocant, id est, ab objecto profectam, rectè excipiendam: Sic lingua iis motibus seruire didicit, qui vel ad loquendum, vel ad manducandum necessarij sunt: idem dico de manibus, pedibus, &c.

PROPOSITIO V.

Imagō objecti in fundum retinae euerso situ proijcitur; ut scilicet objectum in recto & vero situ videatur: Sic enim AB objectum, oculus CDF, radij visuales BC, BD, coeunt in H; item AC, AD, coeunt in G; Igitur imago HG euerso situ depingitur; radius porro visorius à puncto G ductus, tendit versùs A, & ductus ab H, tendit versùs B; isti autem visionem dirigunt, per *prop. I.* Igitur objectum in vero & recto situ, per hos radios videtur. Figur. 25.

COROLL. I.

Hinc vera ratio figuræ interioris oculi, scilicet cauæ, ut scilicet objectum in vero situ videatur; si enim retina vel plana esset, vel conuexa, objectum in situ euerso videretur; ut patet ex dictis.

COROLL. II.

Hinc presso leuiter oculo, objectum, locum, & situm mutare videtur, quia mutatur radius visorius.

PROP. VII.

PROPOSITIO VI.

Figur. 3.

Illud objectum majus videtur, cuius imago majorem retina portionem afficit: Sit enim oculus AEF, centrum oculi G, sit imago projecta CD, tum EF; hæc haud dubiè major sentietur; sentit enim oculus plures partes sensorij, vel organi affici: Analogiam clarissimam habemus in aliis sensibus, ut in sensu tactûs.

COROLL. I.

Hinc diametri objectorum, inter se comparatæ, sunt quo ad apparentiam, ut arcus imaginum projectarum; v.g. diameter objecti, quod projicit imaginem EF, est ad diametrum objecti, quod projicit imaginem CD, ut arcus EF, ad arcum CD.

COROLL. II.

Portiones autem retinæ ab imagine projectâ affectæ, sunt ut quadrata subtensarum semiaruum; v.g. portio. EF est ad portionem CD, ut quadratum subtensæ EB, ad quadratum subtensæ CB, vel ut sinus versus, seu sagitta chordæ EF, ad sinum versum chordæ CD, ut constat ex Geometria.

COROLL. III.

Arcus autem sunt ut anguli, quos sustinent; v.g. arcus EF ad arcum CD, est ut angulus EGF, ad angulum CGD.

COROLL. IV.

Et hic est verus angulus visorius, ut vocant: Opticè tamen perinde consideratur, atque si radij ab extremitatibus objecti projecti, per foramen indivisibile

Propositio VII.

9

sibile pupillæ traieci, & in eo decussati, angulum visorium constituerent.

COROLL. V.

Hinc dicta illa communia, quæ ab Opticis axiomatum loco habentur, ex assertis *suprà*, demonstrantur, scilicet: *Videri equalia quæ sub angulis equalibus videntur; maiora, quæ sub maioribus; quæ sub minoribus, minora.*

PROPOSITIO VII.

Idem objectum propius positum, maius apparet; remotum vero minus; Quia propius, sub maiore, remotum, sub minore angulo videtur: sit enim objectum AE propius, foramen pupillæ B; videtur sub angulo ABE; sit idem, sed remotius CD, videtur sub angulo CBD; sed hic angulus est minor priore; igitur CD, licet reipsa æquale sit AE, minus videtur. Figur. 4.

COROLL. I.

Hinc manifesta ratio multorum experimentorum. 1. porticus inter parallelas contenta contrahi videtur. 2. columnæ remotiores humiliores apparent. 3. pavimentum attolli videtur. 4. laquear sensim deprimi. 5. Cælum circa horizontem subsidere. 6. remoti montes, humiles apparent, & vicinæ arbores remotis alpebus celsiores.

COROLL. II.

Ita componi posset porticus, inter duas hyperbolas, ut columnæ, seu latera illius æquè distare viderentur, oculo in verice coni genitoris collocato; quod faciliè concipitur, erecto orthogonaliter triangulo Isoscele, & in gyrum acto circa axem parallelum basi.

B

PROPOSITIO VIII.

Angulus visorius ex quatuor aliis capitibus crescit, ac proinde obiectum maius videtur.

Figur. 5. 1. Ex refractione radiorum visualium in medio conuexo; sit enim obiectum AB , angulus visorius, sub quo videtur, ACB ; sit medium quodlibet densum, putà vitrum conuexum DE , sint radij AG , BF refracti in GC , FC , obiectum AB per dictos radios refractos videtur sub angulo visorio GCF , qui est maior angulo ACB .

COROLL. I.

Hinc si interponantur perspicilla, augentur characteres; hinc ratio microscopij & solis elliptici circa horizontem apparentis; crescit enim angulus visorius ex refractione radiorum in conuexitate atmosphæræ; adde si vis lentes crySTALLINAS telescopiorum, de quibus *infra*; nempe in his aliisque huiusmodi angulus visorius ex refractione radiorum visualium crescit.

2. Crescit angulus visorius, ex reflexione radiorum visualium, scilicet in speculo cauo, de quo *infra* paulò fusiùs agendum est, & multa demonstranda erunt.

Figur. 6. 3. Ex maiore pupillæ apertura dictus angulus crescit; sit enim apertura diameter ED , & radij AD , BE constituent angulum visorium AIB , vel vt veriùs dicam, ipsi æqualem oppositum; sit deinde maior apertura diameter FC , radij AF , BC constituent angulum visorium maiorem priore, scilicet angulum AGB oppositum & æqualem visorio. Idem fiet, etiamsi fieri supponantur radiorum visualium refractiones in crySTALLINO; nempe, si sit maior pupillæ apertura, maior etiam crySTALLINI portio radios excipit; sit enim CD portio crySTALLINI, in quam incidunt radij AC , AD , coeunt in F ; sit deinde portio crySTALLINI minor EI , radij AE , AI coeunt infra F , putà in G ; vnde minor angulus visorius omninò resultat, vt patet; igitur
ex

Propositio IX. & X.

II

ex maiore pupillæ apertura, crescit angulus visorius, & maius obiectum videtur.

C O R O L L. II.

Hinc de nocte, stellas videmus, non verò de die; quia de nocte, pupilla explicatior est. Hinc stellæ manè, solaris lucis appulsu, sensim euanescent; quia pupilla sensim contrahitur. Hinc si de nocte per angustum foramen aspicantur, vix, ac ne vix quidem apparent; quia foramen illud angustioris pupillæ loco est.

4. Crescit angulus visorius ex vario situ obiecti; sit enim situs directus obiecti AB, videtur sub angulo ADB; *Figur. 8.* sit autem eiusdem obiecti situs obliquus BC, videtur sub angulo CDB, qui est minor priore.

C O R O L L. III.

Hinc ea maiora videntur, in quæ axis opticus perpendiculariter cadit; illa verò minora, in quæ obliquius incidit: hinc sita in ipso axe optico coniuncta esse videntur, licet à se inuicem plurimum distent.

PROPOSITIO IX.

*E*X totidem capitibus angulus visorius decrescit, & obiectum minus videtur; Scilicet ex refractione in cauo, ex reflectione in conuexo, ex contractione pupillæ, & ex obliquo situ obiecti; & hæc maiore explicatione non indigent.

PROPOSITIO X.

*D*istantiarum dimensio ad magnitudinum dimensionem reducitur: Vnde ex iisdem capitibus crescit, aut decrescit, ex quibus crescit, aut decrescit angulus visorius, sub quo apparet: tribus autem modis accipitur distantia.

1. A puncto plani, super quo erigitur oculus, v.g. Sit *Figur. 9.* planum AF, oculus erectus in E, videtur AC, vel illius dimensio, sub angulo AEC.

B 2

C O R O L L. I.

Hinc quo segmenta plani, seu lineæ AF, inter se licet æqualia, sunt remotiora, videntur minora; sic BC videtur minus quàm AB, quia angulus BEC est minor angulo AEB; hinc F parum distare videtur à C.

C O R O L L. II.

Si oculus propius accedat ad punctum plani A, & ponatur v. g. in D, distantia AC maior apparebit, scilicet sub angulo ADC, qui est maior angulo AEC; hinc si ducatur DB parallela EC, distantia AB, ex D, apparebit æqualis distantie AC, ex E; quia scilicet anguli ADB, AEC, sunt æquales: Hinc demisso inter tibias capite, & coniectis in subiectam planitiem oculis, obiecta non procul posita longius distare videntur.

C O R O L L. III.

Si distantie in cliuo accipiantur, maiores apparent: sit enim planum horizontale BD, oculus erectus in A, videtur distantia BD, sub angulo BAD, & segmenta BCD, sub angulis BAC, CAD: Sit autem idem planum in cliuo BF, videtur sub angulo BAF, qui maior est angulo BAD, & segmentum BE sub angulo etiam maiore, quàm segmentum BC.

C O R O L L. IV.

Si distantie accipiantur in plano declivi, minores apparent: sit enim planum declivæ BI, æquale BD, videtur sub angulo BAI, qui est minor angulo BAD: hinc BI apparet æqualis BC.

C O R O L L. V.

Hinc si collocetur obiectum eiusdem altitudinis in tribus planis prædictis, v. g. in OK, OM, KN, videtur
maius

Propositio X.

13

maius in OM ; quia scilicet videtur sub angulo maiore; quod facile demonstratur à Geometris in hunc modum: Sit quadrans ABH , & tangens BI , ductisque AC , AE , AG , cum angulis æqualibus BAC , EAC , GAE , erit BC minor quàm CE , & CE minor, quàm EG ; ductâ enim CD perpendiculari, erunt CD , CB æquales; sed CE est maior CD , suppositâ autem DF æquali DC , licet DF maior sit: sit DO parallela FG , erunt OG , OC æquales; igitur EG maior EC ; igitur si assumatur CE æqualis CB , angulus CAE erit minor angulo CAB : Pari modo si assumatur GE æqualis EC , angulus EAG erit minor angulo EAC . Igitur si in tangente assumantur segmenta æqualia, ducanturque totidem secantes, ut vocant, anguli erunt maiores, qui ad sinum totum propius accedunt: unde probatum manet intentum.

Figur. 11.

2. Accipi potest distantia, ita ut illius extremitates distent ab oculo, & tunc pro diverso illius situ, eadem distantia maior, aut minor apparet; maior quidem illa, quæ est in situ directo, minor verò, quæ in obliquo; sic ex D , distantia BA videtur sub angulo ADB ; qui maior est angulo CDB , sub quo videtur obliquè eadem distantia BC . Hinc BC & EF ex D , apparent coniuncta; quia distantia CE , sub nullo angulo videtur: Ex his demum, fallaciarum oculi, circa distantias, rationes habentur.

Figur. 8.

C O R O L L. VI.

Hic modum facilem obiter indico, metiendi huiusmodi distantias, etiam inaccessas. Sint 4. loca, seu notæ in vasta planitiè CD , EF ; sit locus primæ stationis A , in quo ita statuatur planum chartaceum, adhibitâ acu magneticâ, & signatâ lineâ meridianâ; ut ex A ducantur lineæ visuales AC , AD , AE , AF , AB , signenturque in dicto plano: Sit B locus alterius stationis (supponitur autem nota distantia AB , v. g. 200. pedum) & in B statuatur planum chartaceum, ut supra, in eodem situ &

Figur. 12.

B 3

aspectu, ita ut ex B ducantur lineæ visuales BC, BD, BE, BF, quæ haud dubiè secabunt in dicto plano prædictas lineas, in CDEF, & resultabunt totidem triangula proportionalia, cum totidem triangulis, sub eadem basi pedum 200. & lineis visualibus ductis ex geminis stationum punctis; diuisâ igitur AB in 200. partes æquales, eadem est proportio AB, ad AC, quæ 200. pedum ad distantiam ab A, ad locum C: Pari modo eadem est proportio 200. pedum, ad distantiam inter duo loca CD interceptam, quæ AB, ad CD. Eadem methodo dimensiones arcis, vel vrbs cuiuspiam habebuntur.

3. Denique si accipiatur distantia per medium aëra, hæc oculo discerni non potest; quia sub angulum visorium non cadit; habetur tamen utcumque per discursum ex corporis magnitudine cognitâ, cuius diameter eò minor apparet, id est, sub minore angulo, quò ipsum corpus remotius est. Si verò obiecta non procul distant, ex maiore vel minore nisu vtriusque oculi, ad hoc ut axes optici coeant in obiecto, aliquo modo distantia colligitur.

PROPOSITIO XI.

Figura obiecti varia videtur, pro diuersa proiectione. Si enim obiectum directum situm habeat, vera illius figura, seu forma videtur; nisi fortè nimia distantia intercedat: Sit enim oculus in B, sitque circulus CGEF, in situ directo, ita ut axis BD in illius planum perpendiculariter cadat, cum anguli visorij CBE, GBF sint æquales, prædictus circulus erit basis pyramidis visualis, seu conij; igitur videbitur vera illius figura: Si verò sit in obliquo situ, erit angulus BCE minor angulo GBF, eritque sectio conij elliptica: Igitur videbitur sub ellipsis formâ; si planum circuli sit in plano visuali, circulus apparebit ut linea: Idem dico de annulo. Hinc variæ phasæ annuli saturnij à Christiano Hugenio inuenti, pro diuerso illius situ: Pro figuris polygonis eadem regula valet, eademque prorsus ratio & demonstratio.

Dixi tamen suprà, nisi nimia distantia impediatur; nempe
in

Propositio XI. & XII.

15

in magna distātia, figura polygona, circularis esse videtur; quia tunc differentia angulorum visiorum sub sensum non cadit. Hinc æquales anguli esse videntur, ac proinde circulus apparet: Hinc etiā procul evanescit conuexa superficies, videturq; ad instar disci, vt in Sole & Luna: Hinc turris quadrata procul spectata, rotunda videtur: atque adeo fallaciarum oculi, circa figuram, ratio manifesta est.

PROPOSITIO XII.

Statuitur fundamentum totius Perspectivæ & Scenographiæ.

Sit planum RPA , oculus erectus in Q , diuidatur PA bifariam in γ , ducatur VX perpendicularis in PA , ducantur deinde $QP, Q\gamma, QA$; erigatur triangulum $AVPR$, circa RA , videntur $PS, P\gamma$, sub eodem angulo, item $SV, \gamma A$; sit quadratum PC , item BE , æqualis RQ , tum ED æqualis RP , item AM æqualis AB ; ducantur AE, CE , item AD, MD , tum $N\delta, GFO$; erit BI æqualis PS , & IF æqualis SV ; sit $\theta\beta$ æqualis MB , & perpendicularis in AD , ducanturque $\beta D, \theta D, \mu\nu$, & habetur tota projectio, quæ vt facilius concipiatur; voluatur circa AC, AEC , vna cum triangulis $\beta\theta D, MDC$, per quadrantem; item quadratum AX , per semicirculum; item circa EB erectam, prædicta triangula $\beta\theta D, MCD$, per quadrantem; denique circa AD , triangulum $\beta\theta D$; nempe post huiusmodi conuersiones, recta $\beta\theta$ conueniet cum γY , & recta $\mu\nu$, cum $N\delta$; eritque $\beta\theta D$ triangulum visuale, quod traducit γY plani Geometrici, in $N\delta$ plani perspectiui, vt vocant: parimodo traducetur PX in GO , atque adeo totum planum Geometricum quadrati AX , traductum est in planum perspectiuum trapezij $ACOG$, & quadratum AX ex D factis huiusmodi conuersionibus, & trapezium $ACOG$, videntur sub iisdem lineis & angulis; nempe vt AC ad $N\delta$, ita $\theta\beta$ æqualis AC , ad $\mu\nu$; ergo $\mu\nu$ æqualis $N\delta$; si autem producantur $GO, N\delta$, erunt OG, OK æquales, item $N\delta, IL$.

Eadem demonstratio fiet de aliis lineis parallelis; nempe vt $\gamma Y, N\delta$ sub eodem angulo videntur, ita PX & GO ;

Figur. 14.

GO; ita similiter alix parallelæ; & sic dicitur traduci planum Geometricum in planum perspectiuum, sub communi vtriûsque linea, vel sectione AC, quæ linea terræ vulgò dicitur. Planum autem perspectiuum aliquando est directum, seu sub directo aspectu, aliquando verò, idque vt plurimum, obliquum est, vt videre est in *figura 15*. in qua punctum principale est in P, & quadratum AC plani Geometrici reducitur in trapezium AKID plani perspectiui: habentur autem puncta L, X, vt puncta I, F, in *precedenti figura*, ductisque KI, HF parallelis, item EH XFE, habetur traductio quadrati EZ in planum perspectiuum; si autem accipiantur PS & PN æquales, ducanturque DN, AS, habebuntur puncta LIK; nam vt DK ad KN, ita AK ad KP, ita AI ad IS, & DI ad IP; & vt DL ad LN, ita EL ad LP, ita AL ad LS, ita DF ad FP: Sed hæc sunt facilia.

PROPOSITIO XIII.

Figur. 16. **F**undamentum transformationis figurarum statuitur. Geminam praxim expono. 1. Sit planum AMN, erecta perpendicularis AB, oculus in B; sit quadratum ED in dicto plano erectum, in quo sit depicta quælibet imago; tum diuidatur dictum quadratum in quotlibet alia quadrata minora, ductis parallelis CD & BK; ducantur etiam per CKD, & alias extremitates erectarum perpendicularium, ducantur, inquam, à puncto A, ACM, AKG, ADE; tum ex B, per P, & alia sectionum puncta, in PK, ducantur BG, BH, BI, BO, & per puncta GHIO, ducantur NGM, & alix parallelæ CD; denique traducantur partes imaginis depictæ in singulis quadratis quadrati ED, in singula quadrangula trapezium DCMN, iisdem quadratis respondentia, & habebitur deformatio figuræ in dicto trapezio, quæ tamen ex B spectata, sine deformitate appareat. Vt hoc melius obtineatur, in

Propositio XIII. & XIV. 17

in puncto B foramen statui solet; quod autem ex B videatur imago proiecta in trapezium CDMN, eodem prorsus modo, quo videtur in quadrato ED, manifestè patet, cum per eosdem radios, & sub iisdem omnino angulis videatur.

Altera praxis est, si in basi conici ABC, quælibet *Figur. 17.* imago depingatur, descriptisque quotlibet concentricis circulis minoribus, sectisque per ductas diametros, in quocumque sectores, ductis denique à puncto D, in quo statuitur oculus, lineis rectis ad basim conici, traductisque partibus in basi signatis, in superficiem conicam, ita ut partes partibus respondeant, tota imago proportionaliter in superficiem conicam traducatur, in qua, licet valde deformis videatur, videbitur tamen ab oculo collocato in D, sine ullâ deformitate, per eosdem scilicet radios, & sub iisdem angulis, sub quibus videtur ex puncto D in ipsa basi. Apponi potest foramen in D, ut res melius succedat; eadèque praxis adhiberi poterit in superficie conuexa pyramidis, ac sphæroidos omnis generis: Si autem traducatur oculus in E, & prædictæ regulæ seruentur, traducetur imago in cauam superficiem conici, vel pyramidis, vel sphæræ, vel sphæroidos, immò & cylindri caui, in quo deformissima imago, & in infinitum producta videretur.

PROPOSITIO XIV.

*P*ropter variam distantiam obiecti, figura diuersimodè mutatur.

1. Conuexa figura, plana videtur; putà hemisphærium, ad instar disci: Ita Solem & Lunam oculo libero intuemur; nempe distantiarum differentia sub sensum non cadit; poli scilicet ad nos conuersi & extremi axis.

2. Prisma erectum, seu parallelepipedium cylindrus apparet, si procul positum sit; item polygonum, circulus, propter eandem rationem; nempe id, quo vnum differt ab alio, præcisè sensu non percipitur; ut enim

C

polyedrum à sphaera oculo non discernitur, in arena, scilicet, ob paruitatem, sub qua utriusque differentia sensibilis non est: Ita prorsus figura, quæ non procul sita, probè oculo ab alia discernitur, si longius distet, ob adductam rationem, discerni nequit, nisi fortè illius moles & distantia proportionaliter crescant.

3. Separata inter se coniuncta videntur, & coniuncta vicissim separata. Luculentum primi exemplum in quibusdam stellis habemus, ut in nebulosis, & in media ensis Orionis, quæ si telescopio inspicatur, 12. stellas separatas exhibet, ut primus Christianus Hugenius observavit; ratio est, quia intervalla, quibus inter se sunt distita, sensibilem oculo libero speciem, vel affectionem non imprimunt; alterius verò rarum exemplum dictus Hugenius suppeditat in Saturnio annulo, qui si valde obliquè spectetur, ut sit Saturno circa æquatorem sito, extremitates illius ad instar orbiculorum apparent, reliquo annulo, propter anguli tenuitatem, oculis, optimo licèt telescopio instructis, subducto.

Alia porro ratio non est omittenda; obiecto enim procul posito, radij physicè paralleli ab omnibus punctis profecti in conuexam & rotundam crystallini faciem incidunt, ex quo circularem ferè imaginem projici necesse sit; accedit, quod spectato procul obiecto pupilla explicatur; ex quo fit, ut multi radij ab obiecto profecti in extremam patentioris crystallini oram obliquius incidunt, ac proinde maior sequatur refraction, & radij distinctæ basis limites in orbem transcendunt; unde basis confusa projecta ad circulum accedit.

C O R O L L.

Hinc flamma, quæ cominùs spectata, conica videtur, si eminùs aspiciatur, rotunda evadit, propter eandem rationem: Item omnium montium cacumina, curva, seu spherica; idem de nubibus remotioribus dictum sit; item de lapidum congerie, ouium grege, aliisque obiectis procul aspectis.

PROP. XV.

PROPOSITIO XV.

Globi, pro diuersa distantia, diuersus est aspectus.

1. Globi hemisphaerium numquam totum videtur, nisi sphaerae diameter sit aequalis pupillae diametro, vel illa minor; sit enim globus A, & oculus in G, vel in F; *Figur. 18.* sit axis GA cadens in centrum sphaerae, & in hanc, diameter BL nunquam tangens, à G, vel ab F ducta, perueniet in B, vel in L; quia recta ducta à G, vel ab F in B, facit angulum GBA, minorem recto, ut patet.

2. Si oculus globo propius accedat, maior globus videbitur, minor verò, si longius ab eo recedat; nempe sit in F, & ducatur gemina tangens, FD, FH; videbitur globus sub angulo DFH; sit autem oculus in G, ductisque tangentibus GC, GK, videbitur globus sub angulo CGK; sed hic angulus minor est priore, ut patet; igitur globus ex F videtur sub maiore angulo; igitur maior.

3. Quò tamen idem globus maior videtur, eò minor illius portio videtur; nempe quò propior est oculus, maior videtur globus, quia sub maiori angulo; v. g. ex F, maior, quàm ex G; cum enim anguli GCA, FDA sint aequales, quia recti, & angulus CGA sit minor quàm DFA, erit haud dubiè GAC maior, quàm FAD; ergo DN arcus minor est quàm NC; igitur & portio sphaerae, cuius mensura arcus DH est minor portione eiusdem, cuius mensura est arcus CK; Hinc minus videtur globi; si maior, & plus, si minor videtur.

COROLL. I.

Hinc dici potest, quanta portio spectatae sphaerae videatur; id est, sub angulo visorio comprehendatur; sit enim sphaera B, oculus in A, ductis duabus tangentibus AC, AE, & perpendiculis BC, BE, tum chorda CE;

C 2

cum angulus CAB cognoscatur, hoc subtracto, ex recto, residuus erit DBC ; igitur angulus CBF est æqualis CAB ; igitur habetur arcus FC ; igitur & arcus CDE , qui est mensura portionis sphaeræ aspectæ ex A .

COROLL. II.

Hinc habito angulo, sub quo discus solaris aspicitur, habetur portio solis, quæ sub aspectum cadit; subtracto enim angulo, sub quo videtur discus solaris, putà minut. 32. ex arcu semicirculi, residuus arcus 179. gr. 28. minut. metitur portionem solis, quæ videtur. Idem de Luna dictum sit.

COROLL. III.

Erecto supra orbem terræ oculo, dici potest, quantam globi portionem videat: sit enim oculus erectus in A , cum habeatur angulus CAB , hoc subtracto ex recto, residuus erit DBC ; assumpto autem DE æquali CD , habetur arcus CDE , mensura portionis visæ: Alio modo habebitur, si ut BC , ad B , ita sinus totus ad aliam; hæc erit secans anguli DBC .

PROPOSITIO XVI.

Ideo motus videri dicitur, quia idem obiectum mobile diuersas oculi immobilis partes successiue afficit, vel obiectum immobile oculi mobilis; nam perinde est: quid enim aliud est videre motum? quemadmodum enim, dum in continuo tractu, diuersas manus partes successiue affici sentio, dico à me sentiri motum illius obiecti, seu corporis, putà ferri candentis, dexteræ admoti; quia scilicet diuersæ partes organi sensûs tactûs successiue ab eodem obiecto afficiuntur; ita prorsus dum diuersæ oculi, seu retinæ partes successiue ab eodem obiecto afficiuntur, putà à lucerna accensa, & hoc sentio; dico, lucernam illam moveri, hoc est, lucernæ motum à me videri.

COROLL.

C O R O L L. I.

Hinc, si tum obiectum, tum oculus æquè citò moueantur, seruato semper eodem vtriùsque situ, non videtur motus: Sic hi, qui in naui clausa nauigant, licèt hæc velocissimè feratur, illius tamen motum non vident.

C O R O L L. II.

Hinc, dum quis mouetur in naui, secundo flumine, si fixum oculum in littus conuertat, littus in partem auersam ferri videbit; cum enim nauis motum non videat, quia cum illa oculus mouetur, cum tamen diuersæ oculi partes ab eodem littoris signo successiue afficiantur, idque sentiat oculus, quid mirum, si littus in auersam partem moueri videat.

C O R O L L. III.

Si propter maximam obiecti distantiam, obiectum quidem mobile diuersas oculi partes successiue afficit, sed lentissimè, oculus illius motum non videt; quia lentam illam affectionis mutationem non sentit; sic non videmus solem, aut stellas moueri; si tamen insigni telescopio Iouem, aut alium planetam aspiciamus, illius motum haud dubiè videbimus, quia arcum illum, quem breuissimo tempore Iupiter percurrit, paucorum scilicet minutorum, telescopium mirabiliter amplificat, ac proinde sensibilis euadit.

C O R O L L. IV.

Si obiectum valde illustre, putà carbo accensus, quod ab oculo parum distat, citissimè moueatur, si in recta, videbitur ad instar cylindri accensi; si in orbe, rota accensa videbitur; quia affectio ab obiecto illustri, oculo impressa aliquandiu durat; igitur toto illo tempore, quo durat hic motus: Si pueri accenso titione aliquando ludere solent.

Si oculus sit in centro circulatorum, in quibus diuersa corpora mouentur æquali motu, illud regredi videtur, quod tardiùs suum orbem absoluit, illud verò celerius moueri, quod citiùs. Ex hoc peti potest ratio motus retrogradi, accelerati, & stationis planetarum; nec ad hunc finem vel epicyclos, vel excentricos, vel Copernicanam hypothesim accersere debemus: dico ad hunc finem præcisè, quia vniuersè non assero; sed de hoc *infra in appendice.*

P R O P O S I T I O XVII.

Quando per foramen obiectum aspicitur multa plerumque succedunt, quæ distinctis numeris enucleariùs exponenda & demonstranda sunt.

Figur. 20.

1. Sit obiectum AB sagitta, opaca lamina, cum foramine in C, oculus O, foramini iusta & debita distantia appositus, ita radij ab obiecto profecti ac per foramen C traiectione illabuntur in crySTALLINUM DE, vt BD refringatur in DE, & AE in AG; hinc 1. imago projecta euerfo situ in GF; 2. si lamina interponatur supernè in H, cum intercipiat radium BD, tegit obiecti partem imam B; si vero infernè in M, intercipit radium AE, & tegit obiecti supremam partem A; unde lamina oculum inter & foramen interposita partem obiecti oppositam tegit. 3. si statuatur lamina inter obiectum & foramen, puta in I, secus accidit, & tegit partem A, si verò in K, tegit partem B.

2. Obiectum per foramen spectatum, minùs illustre apparet; quia cum paucissimi radij ab vno eodémque obiecti puncto profecti, feriant oculum, quid mirum, si minùs afficiant? non enim alià vi, quàm luminis obiectum oculum afficit: Et verò si foramen ad instar puncti esset, vnus duntaxat radius à singulis obiecti punctis, per

per foramen trajici, & oculo illabi posset; vnus autem radius sub sensum non cadit; ac proinde obiectum minimè videretur; quia sensum minùs quàm par sit, & natura postulet, afficeret: In hoc aliquando lusimus, quòd cum aliquod obiectum, pleno sole vbertim collustratum ante aspexissem, & illustrissimum vidissem, paulò post, per exiguum foramen idem intuitus, obscurum, & aliud à primo mihi videre visus sum.

3. Videtur tamen obiectum, si paulò minùs sit, longè distinctiùs, ab iis præsertim, quibus crySTALLINUS, præ senio, iam induruit; quia cum crySTALLINUS paulò durior figuram necessariam ad basim distinctam projiciendam induere non possit, quantumvis natura nitatur; quid mirum si ex innumeris radiis ab eodem obiecti puncto profectis, & in totam conuexi crySTALLINI faciem illapsis, pauci dumtaxat in idem retinæ punctum, quod tamen ad distinctam basim necesse est, colligantur, reliquis ferè innumeris huc illuc indiscriminatim sparsis, ac proinde distinctam basim, si non omnino expungentibus, plurimum saltem confundentibus: Huic incommodo foramen occurrit; sit enim punctum obiecti B, crySTALLINUS DE, Figur. 21. radij BD, BI, BE, crySTALLINO illapsi; hi certè omnes coire non possunt in punctum H, cum præ duritiè, necessaria ad hunc effectum figura induci non possit; basim igitur proiectam confundunt; inde enim basis illa confunditur, vnde radij ab eodem obiecti puncto profusi, ad diuersa retinæ puncta, & à diuersis obiecti, ad idem retinæ terminantur; admoueatur autem lamina AC, exiguo foramine K peruia, iam resectis BD, BE, vnus ferè radius BH traiectus permittitur, ex iis scilicet, qui ab eodem puncto B proficiscuntur; tollitur igitur confusio; quia tollitur illius causa; vt enim radij à puncto B profecti basim non confundunt, ita nec alij, qui ab aliis obiecti punctis ducuntur.

4. Obiectum per foramen aspectum, videtur maius, modò lucidum non sit, aut valde illustre; v.g. characteres in alba charta picti, maiores videntur; quia si crySTALLINUS

linus paulò durior sit, radij à tractibus, seu interuallis albis, quibus atrī characteres dirimuntur, quoquouersum diffusi, multi autem ab obiecto candido emittuntur, non characterum modò imaginem in fundum retinæ proiectam confundunt, verum etiam illius margines valde diluunt; vnde illam contrahi, necesse sit; minor igitur apparet. Hinc characteres, alioquin paulò maiores, provt iuniori & molliori oculo videntur, duriori & seniori adeò minuti apparent; at si lamina vt suprà, interponatur, luxuriantes illi radij refecantur; hinc restituuntur refecti prius proiectæ imaginis margines; hinc maior imago; hinc maius obiectum; hinc quo propiùs obiectum ad foramen accedit, videtur maius, quia maiorem portionem disci lucidi per medium foramen affulgentis regit.

5. Præclarum inuentum ex dictis ducitur; si enim aliquis absque perspiciliis, minutos saltem characteres legere non potest, & perspicilia non sint ad manum, geminam laminam perexiguo foramine circa centrum peruiam oculis admoueat; huius opera, haud dubiè leget, & lamina illa, quamvis opaca, perspiciliorum defectum supplebit; nempe vt dicam *infra*; perspicilio id dumtaxat obtinetur, vt cum præ duritie crystallini, radij in basim distinctam projici, seu componi non possint, nouæ refractionis, quæ in lentibus fit, adminiculo, in basim distinctam cœunt; atqui per foramen traiectionis, refectis laterilibus, vna scilicet confusionis causa, non modò basis distincta projicitur, verum etiam amplificatur, vt *suprà* dictum est. Quid mirum igitur, si oculus, etiam absque perspiciliis, obiectum videat; obseruabis autem, vt res melius succedat, obiectum in bono lumine collocandum esse; cum enim pauci radij per foramen traiectionis crystallino illabantur, obiectum multo lumine perfusum esse, necesse est.

6. Obiectum lucidum, aut illustre valde remotum, admotâ laminâ, foramine peruiâ, per foramen aspectum, videtur minùs; quia lamina capillitium illius quasi tondet, id est, multos radios intercipit, qui versùs
margines

margines proiectæ imaginis illapfi, illius fines explicarent: Hinc si Venerem, Iouem, aut stellas, ex iis, quæ oculo libero maiores videntur, per foramen exiguum aspicias, vel illæ omninò sub aspectum non cadent, vel minimas, ad instar lucidorum punctorum videbis: si verò lucidum proximum sit, vt lucernæ flamma, hæc quidem obscurior, sed paulò maior apparet: Quòd obscurior videri debeat, notum est, cum pauciores radij ab ea profecti, & per foramen traiectionis, oculo incidant; inde autem maior apparet, quod scilicet oculi, absque lamina interposita, flammam proximè admotam intuentis, pupilla contrahatur; vnde obiectum minui, seu contrahi necesse sit; interposita verò lamina, pupilla explicetur.

C O R O L L. I.

Hinc germana ratio ducitur, cur stellæ de die non videantur; quia scilicet pupilla, diurnæ lucis appulsu, valde contrahitur, noctu verò explicatur; nempe pupilla explicatio maiorem aperit crySTALLINI faciem; hinc multi radij obliquius incidunt, vnde maior refractione sequitur; ex quo fit, vt proiecta basis, vel imago etiam explicetur; sed de his *infra* fusiùs.

7. Obiectum per foramen aspectum in erecto situ videtur; quia scilicet imago inde proiecta euerfa est, vt patet ex dictis; igitur obiectum erectum videri debet.

8. Si foramen paulò maius sit, lamina sinistrorsum admota, inter foramen & oculum, modò proximè admoueat, sinistram extremitatem obiecti tegit, si verò versùs oculum adducatur, dextram; sit enim obiectum AB, *Figur. 22.* diameter foraminis CD, crySTALLINUS GH, radij AH, BG per extremitates foraminis ducti & decussati in I, projicitur imago inuerfa LK; admota autem lamina in E, tegit A; admota in F, tegit B; igitur proxima foramini extremitatem A sinistram; proxima oculo, dextram oppositam B.

9. Si tudicula, vel caput aciculæ oculum inter &
D

foramen statuatur, dum illustri obiecto foramen opponitur, multa profectò succedunt scitu dignissima. 1. illustris discus apparet. 2. acicula videtur in medio disco, inuerso situ. 3. maior apparet, quàm alio modo spectata. 4. licet citra foramen reuerà sit, trans foramen tamen apparet. Sed vt in schemate clariùs exponatur, sit obiectum illustre AB, foramen C, crystallinus FG, acicula ED, illius caput D, obiectum illustre AB projicit in fundum retinae discum illustrem HL, inuerso situ; nam radius BF incidit in L, & AG in H; quid mirum ergo si discus illustris appareat; cum autem illustres radij ab eo profecti, & per foramen C traiectione, in corpus opacum ED incurrant, quid mirum, si umbra inde in proiecta imaginis meditullium projiciatur; cum verò umbra proiecta, corporis unde projicitur, situm seruare debeat, acicula, quæ est in recto situ, umbram mittat in eodem situ erectam; igitur umbra capitis aciculæ D sursum, versùs L, pars verò opposita deorsum, versùs H projiciatur: accedit, quod radius BFL radit, seu lambit supremam partem capitis D, imam verò radius AGH; igitur umbra, vel imago aciculæ est recta; igitur in situ inuerso videri debet, vt patet ex dictis.

Videtur autem maior, quasi sub angulo ACB; denique videtur trans foramen C, quia videtur per eosdem radios, per quos videtur obiectum AB; denique videtur in eodem situ atque si in IK, inuerso situ, posita esset; & hæc est huius grati & noui experimenti legitima ratio. Obseruabis machinulam æream, *figura 23.* ab eximio viro, meique amicissimo Eustachio Diuinio fabricatam fuisse, in qua foramen est B, tudicula C, cum aperta circum corona, in qua eadem phenomena videntur; admotus enim oculus in C, tudiculam videt in medio illustri campo, maiorem, inuerso situ, & trans foramen B; admotus verò in B, videt tudiculam erecto situ, sed maiorem.

10. Huc reuoca tertium experimentum Scheineri, *part. 2. cap. 3. fundam. opt.* notæ scilicet iniustæ vitro cano
tubi

tubi optici, ad latus, quæ maior apparet, & sita in parte opposita obiecti; sed etiam si in centro caui ponatur, situ semper inuerso apparebit inter vitrum cauum & conuexum.

C O R O L L. II.

Si per tubum opticum aspicias quodlibet obiectum, & laminam admoucas inter cauum & oculum, partes obiecti oppositas teget, dextras scilicet, si sinistrorsum, sinistras, si dextrorsum admoueat; quia iam decussati radij laminæ incidunt.

C O R O L L. III.

Huc etiam reuoca aliud experimentum P. Scheiner, penduli scilicet globuli ad foramen, cui tres, aut quatuor facies oppositæ sint; singulis enim globulus adhærere videtur; quia cum singularum radij in globulum incidunt, tot vmbre in oculum projiciuntur, quot sunt dispositæ facies.

11. Si per foramen, flammam, haud procul positam aspicias, & foramen tantulum ab oculo remoucas, videbis intra foramen ipsum, alia multa foramina, tenuissimis repagulis, seu metis inter se diffita; illud est ipsum foramen, in diuersa retinæ loca proiectum, secundum interioris circuli peripheriam; cum enim à singulis flammæ punctis, per singula dictæ peripheriæ puncta, radij ducantur, quid mirum si prædictam quasi peripheriam secum in basim proiectam deferant; vt autem multi sunt huiusmodi conï radorum, à singulis flammæ punctis profecti, quid mirum, si prædictæ peripheriæ imago, vel vmbra, in retinæ fundo multiplicetur; illa autem apprens foraminum multitudo circularis non est, sed irregularem figuram præfert; quia prædictorum conorū verices simul iniecti circulum minimè componunt; neque in hoc est vlla difficultas.

12. Si obiectum aspicias per duo vel tria foramina, ita inter se diffita, vt illorum distantia pupillæ diametro minor

fit, multiplex obiectum videbis; quia tot imagines projiciuntur, quot sunt foramina, & tot obiecta videntur, quot sunt imagines; nempe oculus se componit ad tot obiecta videnda, id est, ad tot imagines excipiendas, quot sunt foramina.

C O R O L L. I V.

Hinc aliquando accidit, etiam vegeto oculo, ut omnes radij ab eodem obiecti puncto profecti, in idem retinae punctum non colligantur, ut in hoc casu, quod fit propter varium & multiplicem oculi nifum; nempe omnes in idem colliguntur, quando crystallinus unum dumtaxat nifum exerit, ut scilicet unam dumtaxat imaginem excipiat; sed hinc sunt multi nifus; quia multae imagines excipiendae; nimirum tot, quot foramina.

C O R O L L. V.

Falsum esse conuincitur, quod habet Scheiner *lib. I. par. 2. cap. 5.* de certis mensuris determinatis, extra quas praedictum experimentum non succedit; contrarium, inquam, vel ipsa experientia conuincitur; accedit, quod eadem ratio facit pro qualibet distantia.

C O R O L L. V I.

Falsum est etiam, quod habet *cap. 6.* obiectum, quod dextrosum apparet, dextram oculi partem occupare, quod sinistrosum verò sinistram; quia inquit, si dextrum foramen laminae claudatur, dextrum simulacrum evanescit; Sed fallitur; licet enim radij per dextrum foramen traiectione in dextram crystallini partem illabantur, ibi tamen refracti in sinistram retinae cadunt; quid mirum igitur, si obiectum dextrosum videatur, & hoc evanescat, dextro foramine clauso: Sed aliquid schematis adhibendum est: sit obiectum quodlibet A, valde remotum, sint duo foramina B dextrum, C sinistrum, oculus G, crystallinus IO,

Figur. 25.

Propositio XVIII.

29

IO, radij ABI, ACO, propter distantiam obiecti, sunt physicè paralleli; igitur AB cadit in I dextram crySTALLINI partem, & AC in O sinistram, hic tamen refringitur in OD dextram retinæ, ille in IE sinistram; igitur clauso foramine B, euanescit simulacrum A dextrorsum visum; quia non projicitur ampliùs imago in E sinistram retinæ partem; vnde propositum concluditur. Idem dici debet de tribus foraminibus tali modo dispositis, nec vlla manet super hoc difficultas; si autem obiectum A, putà punctum visile proximum esset, & foramina oculo proximè admota, secus accideret; clauso enim foramine dextro, sinistram simulacrum euanesceret; quia radius per foramen B in dextram crySTALLINI partem I, adeò obliquè incideret, vt refractus ad sinistram retinæ peruenire non posset; ea porrò distantia esse potest, obiecti scilicet, vt radij per vtrūque foramen traiectione, post refractionem, in crySTALLINO, ad idem retinæ punctum terminentur; tunc autem vnicum tantum obiectum videbitur.

C O R O L L. VII.

Admotâ laminâ oculo, duobus, vt *suprà*, foraminibus peruiâ, & ad obiectum illustre conuersâ, apparent duo circelli albicantes sese inuicem secantes; nempe traiectione plenius foraminibus radiis, duo quasi foramina lucida, seu lucis fontes, aut circelli lucidi projiciuntur in retinam, non sine portione communi, eaque lucidiore, quia radiis per vtrūque foramen traiectione depingitur; si autem laminam proximè oculo interponas dextrorsum, sinistram vtriūque foraminis partem tegit, perinde atque si vnum tantum foramen esset; denique vt hæc omnia ad cerra & iucunda experimenta reducas, adhibe duas laminas æreas, alteram oculo vicinam multis foraminibus peruiam, alteram paulò remotiorem, cum vno tantum foramine; in hac enim tot foramina videbis, quot sunt in alia, eaque cverso situ, propter vicinitatem, si verò hanc, inter oculum & aliam, videbis etiam totidem

D 5

foramina, sed maiora in eodem situ; hæc verò remotâ, tres circellos se se inuicem secantes: Alia multa etiam ludens obseruabis, quæ vt *supra* explicabis, & nulla restabit difficultas, modò hæc tria supponas. 1. oculum ita posse componi, & pupillam contrahi, vt radij per foramina traiectioni, ac deinde illapsi in eandem imaginem coeant. 2. ita posse componi, vt per foramen dextrum traiectioni, post fractionem, ad sinistram retinæ partem terminentur, & vicissim, qui per sinistram. 3. ita posse componi, vt traiectioni per dextrum ad dextram per sinistram, ad sinistram terminentur; si secundum, obiectum valde remotum est; si tertium, proximum; si demum primum, mediocriter distans.

13. Huc reuoca experimentum illud, quo, si per subtiliorem telam, puta cameracensem, in data distantia, lucernam accensam aspiciamus, eandem faciem sextuplam, immò nouecuplam videmus; sunt enim tenuissima illa foramina in tela, quæ obiectum, vt *supra*, multiplicant.

14. Huc etiam reuoca flammæ imaginem in nitidam chartam proiectam radiis per tria foramina, vt *supra*, traiectioni, & in lente vitreâ refractis: Adde quoque proiectam in chartam imaginem, radiis per tubum opticum transmissis.

15. Si obiectum nigrum foramini apponatur, videtur foramen ad instar puncti nigri; si tamen obiectum illustre sit, mirum quantum foramen explicetur; porro quò propius obiectum illud illustre foramini admoventur, maius videtur; quia sub maiori angulo; si obiecti loco, foramen apertum in secunda lamina spectes, veritas ipsa in oculos statim incurrit.

16. Si per anulum, putà clavis, obiectum illustre aspicias, annulus ipse extenuari videbitur; quia scilicet radij per superficiem illius illapsi, proiectæ ab illo imaginis margines contrahunt, & sua luce expungunt: Propter eandem rationem, cylindrum, putà digitum tenuem aspicias, si oculo versùs multam lucem conuerso, illum intuearis: Hinc si ad oculum opacam laminam admoueas,
dextrorsum

Propositio XVIII.

31

dextrorsum v.g. crassitudo annuli crescit, caua quidem sinistrae partis, conuexa verò dextrae; quia lamina interposita radios per dictas superficiei partes præter lapsos intercipit; hinc annuli maior umbra, quam dicti radij prius expungebant; sic etiam lamina interposita, facit vt digitus crassescat, in parte scilicet dextra, si dextrorsum admoveatur, & vbi proximè cylindrum ita spectatum oculo admoueris, illius crassitudo crescet vltra modum, si lamina interponatur, vt *supra*: Sed huic Propositioni hîc tandem finem imponamus, quæ si paulò longior extitit, argumento tribuas velim, de quo non difficile esset, volumen integrum scribere.

PROPOSITIO XVIII.

Alba & lucida procul spectata maiora videntur: Ratio est, quia cum obiecto procul posito pupilla maximè aperiatur, multi radij quasi paralleli in margines crystallini obliquiùs incidentes maiorem fractionem patiuntur, ex qua proiectæ in retinam imaginis margines extendi & explicari, necesse sit; hinc maius obiectum apparet; si tamen nigrum est, secus accidit, tum quia radij laterales adeò pauci sunt, & rari, vt quamuis alioquin oculo illapsi versùs margines, sensum ipsum non afficiunt, tum quia corpora illustria circumposita multos radios oculo immittunt, qui proiectæ à dicto obiecto imaginis margines contrahunt.

COROLL. I.

Hinc, si digitum vel laminam opacam inter oculum & dictum obiectum illustre interponas, illustris obiecti margines, versùs eam partem contrahi, obscuri verò, explicari videntur; quia scilicet illi radij intercipiuntur, qui obiecti illustris, vel illius imaginis proiectæ fines protendebant, obscuri verò margines expungebant.

COROLL.

COROLL. II.

Hinc alba remota per foramen spectata minuuntur, ut iam indicaui *suprà*; quia foramen lateralibus radiis traiectionem intercludit, qui scilicet oculo illapsi projectæ imaginis fines promouebant.

COROLL. III.

Obiecta illustria propiora iudicamus; quia sub maiore angulo nobis apparent, quod vicinioribus obiectis competit; obscura verò remotiora, propter oppositam rationem.

COROLL. IV.

De nocte vicinam arborem quasi procul positam aspicimus; quia obscura videtur; sic autem remotas videre solemus; unde longè maiorem putamus, quàm reuerà sit; quia cum eam ad instar obiecti remoti videamus, itémque sub magno angulo, eius molis esse credimus, quam, si remota esset, sub tali angulo videremus.

PROPOSITIO XIX.

Figur. 26. **C***ur, & quando idem obiectum utrôque oculo spectatum, vel unum, vel geminum appareat, facile definitur.* Suis numeris hæc propositio distinguenda est. I. Sit obiectum ABF, geminus oculus EG, imago obiecti ita in retinam vtriûsque projiciatur, ut radij visorii ab utrâque profecti terminentur in AB, id est, perpendiculares ab eadem imagine ducti, id est, uterque axis coeat in F, hoc autem obtinetur per detorsionem, seu deflexionem oculi, & inclinationem vtriûsque axis optici CF, DF terminati (ut vocant Optici) ad Horopterem.

2. Si coeunt axes in punctum aliquod inter oculum & obiectum, videbitur AB geminum, cum radij visorii, qui semper comitantur axes, ab utrôque oculo profecti
ad

ad diuersa puncta terminentur; hi autem determinant locum obiecti.

3. Si coeant axes trans obiectum, etiam A B geminum apparebit, propter adductam rationem; cum hoc tamen discrimine, quod videbitur obiectum remotius, si coeant axes trans obiectum, si verò citra, propius.

4. Si in extremum digitum inter oculos & lucernam positum, obtutū figas, in eo axes coeunt, ac proinde geminam lucernam videbis; si verò figas obtutum in lucernam ipsam, hanc quidem vnicam, geminum tamen digitū aspicias.

5. Deflexionem illam axium, vel oculi aliquando sentimus, praesertim si diu duret, & obiectum proximum sit; immò tantulum molestiae nifus ille oculi creat; dixi quando obiectum proximum est; si enim procul distat, cum axes ferè paralleli sint, nulla ferè est oculorum deflexio; hoc autem ipsum est quod vocamus, seu vulgò dicimus, obtutum figere.

6. Si uterque oculus æquè sanus sit, non videmus obiectum, aut maius, aut illustrius, aut distinctius, utroque oculo, quàm altero, ut patet.

7. Cum utroque oculo idem obiectum videmus, perpendicularis ab obiecto ducta cadit inter utrumque axem; diuidit enim angulum, quem faciunt axes coeuntes; hinc cadit extra oculum.

8. Ebrij lucernas geminas vident, licet vnica sit; quia cum oculus humore turgidus sit, axes opticos ad idem obiecti punctum expedite componere non possunt; idem dico de phreneticis, delirantibus, grauique morbo laborantibus: Memini vidisse, dum ante aliquot annos, ex grauissimo morbo decumberem, facies hominum latiores vltra modum, itémque alia obiecta; quod scilicet vi morbi, crystallinus in cylindricam quasi figuram iuisset.

9. Ita muscoli utriusque oculo seruiantes iisdem motibus afficiunt, ut alter alterius motum statim sequatur; quod certè ad rectè munus obeundum necessarium erat.

10. Homo pictus in plano ita oculos habere potest, ut quoque uersū respicere videatur; hoc autè facile obtrinetur;

E

si naso tantulum dextrorsum, vel sinistrorsum vergente,
oculi in partem oppositam tantulum conuersi sint.

PROPOSITIO XX.

Proiectio specierum, traiectionis per foramen & vitrum radiis,
ab obiecto profectis, ex iisdem principiis explicatur.

1. Si solum foramen sit, lente vitrea minimè instructum, imago distincta nunquam projicitur in chartam oppositam; quia cum per latitudinem, seu vacuum foraminis, ab eodem obiecti puncto multi radij trajiciantur, ad diuersa plani projectionis puncta terminantur, vnde basis confusa.

2. Quò foramen maius est, imago quidem illustrior, sed magis confusa projicitur; quia plures radij ab eodem obiecti puncto, per foramen latius trajiciuntur; vnde illustriorem quidem imaginem depingunt, magis tamen confusam; quia ad plura plani projectionis puncta terminantur.

3. Quò planum projectionis foramini propius admo-
uetur, eò quidem illustrior, sed magis confusa imago
projicitur; primum quidem, quia radij sunt magis vniti,
alterum verò, quia cum radij ab eodem obiecti puncto
profecti spissiores sint, imaginem magis confundunt.

4. Quò dictum planum longius remouetur, imago &
obscurior, & magis confusa est; primum quidem, quia
distractiores sunt appulsi radij; alterum verò, quia etiam
radij ab eodem obiecti puncto profecti distractiores, etiam
magis confundunt imaginem.

5. Imago inuersa projicitur; quia in foramine, vel
non procul ab illo, radij decussantur, vnde sequitur ima-
ginis inuersus situs.

6. In plano albo imago illa melius depingitur, quam
in atro; quia cum illa iam dilutum colorem præferat, in
atro fundo, diluti colores minùs apparent.

7. Si lente vitrea foramen instruatur, imago distincta
projici

projicitur ; quia operâ refractionis in lente factæ , omnes radij ab eodem obiecti puncto profecti in idem punctum imaginis , seu plani projectionis colliguntur , scilicet in data distantia , & Physicè non Geometricè , posito, quòd lens vitreâ sit portio sphaeræ.

8. Si lens illa est portio maioris sphaeræ , longius imago , seu basis distincta projicitur , si verò minoris , propius ; nempe focus luminis longius distat in maiore , quam in minore ; de quo *infra*.

9. Si maior superficies lentis aperta sit , in quam scilicet radij ab obiecto incidunt , imago proiecta illustrior erit ; obscurior verò , si minor pateat lentis superficies ; nempe plures radij appulsi planum projectionis magis illustrent.

10. Quò longius projicitur basis distincta , imago maior est ; quia radij magis distrahuntur ; maiorem igitur projectionis campum circumscribunt.

11. Alterius lentis accessione , positæ scilicet in loco basis confusæ , imago proiecta erigitur & in recto situ exhibetur , nouæ scilicet refractionis operâ ; nempe res perinde se habet , atque si prima imago obiectum esset , quæ cum sit inuersa , post alteram refractionem radiorum , recta projici debet.

12. Speculum non reflectit illam imaginem ; quia scilicet radij ordinati non incidunt , quod tamen necesse est , ad reflexionem à speculo , imaginis scilicet ordinatæ , reflectit tamen , sed vt tabella picta.

13. Hinc egregium paradoxum duci potest , à speculo scilicet distinctam imaginem reflecti , si confusam accipiat ; confusam verò , & nullam , si distinctam. Porro phenomenon illud nihil est aliud nisi mera terminatio luminis modificati. Hac projectionis arte aliquis vti posset , ad projiciendam imaginem , intra laternam latentem , & à recondita lucerna illustratam , admotâ scilicet foramini lente ; & si reuoluto cylindro mutetur imago , ludicra prorsus projectio habebitur ; nonnulli hanc magicam laternam vocant ; sed res facilis , & trito vsu nixa.

PROPOSITIO XXI.

Figur. 27.

Luminis per apertum foramen traiectionis explicatur. Pro quo, supponatur diffundi lumen à centro lucidi A, ita ut sit conus diffusi luminis ADE, & DE terminus sphaerae.

1. Perinde res se habet, atque si ab A tot radij, seu fila recta ducerentur, quot sunt puncta in DE, ita ut ad singula puncta basis DE singuli radij terminentur; cur enim potius ad unum, quam ad aliud.

2. Hinc versus A centrum lucidi, radij censentur quasi penetrati.

3. Hinc eadem est quantitas luminis, quo ad entitatem, ut sic loquar, in singulis superficiebus, v.g. in DE, BC, &c.

4. Hinc lumina, quò ad intensiorem, ut aiunt, sunt ut bases, permutando; v.g. luminis intensio in BC, est ad intensiorem luminis in DE, ut basis DE, ad basim BC.

5. Hinc lumina sunt ut distantiarum, à centro lucidi, quadrata, permutando.

6. Hinc BI obliqua aequalis BC directae minus luminis recipit, quam BC; sunt autem ferè ut bases conorum, sub diuersis angulis; dixi ferè, quia in BG diuersa est luminis intensio, nempe versus B, lumen est intensius.

Figur. 28.

I. His autem praemissis & suppositis, vel lumen ab uno tantum puncto lucido diffunditur, ac per foramen traiectionis, v.g. à puncto B per foramen D, & terminatur ad G, & sic si foramen ad instar puncti supponitur, ducetur à puncto B per foramen D unus tantum radius; vel lumen à corpore lucido diffunditur, puta ab AC, & sic à singulis punctis AC ducti radij & per foramen D traiectionis terminantur in FE; nulla autem est proportio luminis quod est in C ad lumen quod est in G vel in F; erit tamen basis FE distinctissima; quia à singulis punctis lucidi AC singuli tantum ducuntur radij ad singula puncta basis FE.

Cum

Cum autem anguli ADC , FDE sint æquales, data distantia obiecti lucidi AC , habetur illius diameter; & datâ diametro, habetur distantia ex triangulorum proportionalium doctrinâ.

II. Si foramen aliquam latitudinem habeat, vt DE , *Figur. 29.* basis proiecta valde confundetur; sit enim obiectum AC & planum projectionis FG , exceptis extremitatibus FG , reliquus basis tractus valdè confusus est, quia nulum est illius punctum, exceptis FG , in quod radij à diuersis obiecti punctis non terminentur; item ab eodem obiecti puncto, multi radij per foramen DE traiectioni ad diuersa basis puncta perueniunt.

III. Hinc tot censentur esse coni luminis quot sunt puncta in foramine DE , quorum bases cadunt in FG ; immò sunt gemini utrimque coni, communi vertice, nam cuilibet cono, cuius vertex est in aliquo puncto DE , & basis in FG , respondet alius, cuius basis est AC , & communis cum alio vertex; singulis autem vt dixi sua basis circularis respondet in FG .

IV. Licet foramen circulare non sit, sed triangulare, basis lucidi sphaerici, putâ solis, assumpta mediocri à foramine distantia, rotunda seu circularis projicitur; nempe infinitæ illæ dictorum conorum bases, quorum vertexes sunt in singulis foraminis punctis, physicè loquendo, circulari peripheriâ terminantur, præsertim cum versus extremitates, conorum bases, quorum vertexes in finitus foraminis statuuntur, sensibiles non sint, propter modicum luminis appulsum; eadem ratione si lucidum sit triangulare, & foramen circulare, triangularis imago projicitur; pro quo, foramen modicum, & distantiam plani projectionis non modicam esse, necesse est; alioquin si vel alterum desit, figura foraminis projicitur; sed in magna distantia, paruum alioquin foramen ad instar quasi puncti consideratur, ac proinde basis proiecta quasi vnica, eâque similis basi obiecti lucidi, si enim foramen punctum sit, dubium non est, quin dictæ bases omnino similes futuræ sint.

V. Licet in multis aliis punctis sint etiam vertex aliorum conorum, puta in V in O & in aliis, tum cis, tum etiam trans foramen, cum tamen ex iisdem radiis componantur, ex quibus priores conus, quorum vertex in ipso foramine statuimus, componuntur, cum nihil novi luminis suppedient, omitti facile possunt, nisi quod duo anguli AVC, AOC, siue LVG, KOH nostris visibus commodierunt, ut paulo post dicam.

VI. Plus luminis inest segmento LI, quam segmentis LF, IG; imò plus inest segmento HK, quam segmentis KL, HI; quia plures radij, nimirum à pluribus obiecti punctis, illabuntur; quod verò spectat ad proportionem luminis singulorum punctorum basis proiectæ, illa haud dubiè sic definienda est, ut lumen puncti H v.g. sit ad lumen puncti I, ut basis conus cuius vertex sit in puncto H, & basis in obiecto lucido, ad basim conus cuius vertex sit in I, & basis in eodem obiecti plano; id est, ut basis cuius diameter est MA, ad basim cuius diameter est BA; habentur enim prædicti conus & prædictæ bases, si ab H ducantur rectæ HA, HEM, & ab I, rectæ IEB, & IA: Hinc ut vides proportio luminis puncti F, vel G, & luminis puncti H, esse finiti ad infinitum; id est puncti ad planum; unde ut iam dixi *suprà*, lumen in F & in G sub sensum non cadit; hinc etiam sequitur in centro basis FG maximam vim luminis esse, modò planum projectionis non sit inter O & foramen ED; tunc enim vicina eidem centro puncta æquale luminis exciperent.

VII. Si planum projectionis statuatur in O, tunc basis maximè confusa est, ut patet; cum ab omnibus & singulis punctis obiecti totidem radij ducantur & coeant in O, & ferè totidem in vicinis punctis; si verò planum projectionis ad foramen adhuc propius accedat, basis proiecta figuram foraminis ferè induit; quia omnes radij confusi sunt & nullum ordinem servant, ac proinde obiecti figuram in dicto plano non pingunt; sed perinde se habent, atque si totidem conus quorum basis obiecti planum

num

num communis est, ad totidem plani projectionis puncta terminarentur.

VIII. Quod basis, vel imago projiciatur inuerso situ, iam *suprà* dixi, vtrum verò radij per foramen traiectionis, in ipso foramine confundantur, non nemo dubitare posset; non dubitò tamen, & dico, non confundi, licet à diuersis obiecti punctis profecti in idem foraminis punctum definant; quia scilicet post decussationem, eundem, quem prius, ordinem & tramitem, immò eandem, si quæ inerat, modificationem retinent; igitur non sunt confusi, inde tamen deducere mihi videor, hæc nullo modo explicari posse, in eorum hypothesi, quæ lumen à corpore tenui, vel eiusdem motu non distinguunt.

IX. Ex his haberi potest diameter solis; sit enim diameter solis AD, diameter foraminis EF, dimidia IE, planum projectionis LK, ducantur HEB, KIC parallelæ, & perpendiculares in planum LK, certè quantitas BC, æqualis KH, propter immensam distantiam, & fere immensum solis discum, nullius momenti est; igitur ut EH cognita ad HL, cognitam, ita EB cognita ad BA quæsitam; cui si addas BC, habebis semidiametrum solis; hæc praxis vulgaris est, nec vnus dumtaxat Kepleri, sed omnium ferè Astronomorum & Opticorum: Maxima tamen mihi videtur esse difficultas; quia scilicet punctum L extremum imaginis proiectæ, sub sensum non cadit, præ luminis tenuitate, ut constat ex dictis, aliud igitur infra L accipi necesse est, modico quidem intervallo ab eo distitum, sed modici ad modicum modica est proportio.

X. Melius fortè, si assumam punctum V, ut enim FV, ad FG, ita VA ad AC; nec dicas, punctum V haberi non posse, nempe facile illud assequar; cognita enim restat FD, quam habeo, & sublata DE, quam etiam habeo, ex FG cognita, ut residuum ad AE, ita FD ad DV, unde tota FV habetur; nec dicas, idem restare incommodum, quod scilicet non habeatur punctum F, ut pote insensibile, esto enim non habeatur, restat tamen

ab

Figur. 30.

Figur. 29.

ab extremitate sensibili ductæ ad D, & rectæ DF, longè minor erit differentia, quàm FG & basis projectæ sensibilis; nempe in parvis angulis, qualis iste est, utpote aliquot minutorum, vix secans differt à sinu toto; supponamus enim extremitatem sensibilem esse in L, ac proinde assumi DL, loco DF, cum angulus sub quo apparet semidiameter solis, sit ferè minut. 16. angulus LI est minor, ut patet; supponamus esse æqualem, certe DL vix erit ad DF, ut 100000. ad 100001. cum tamen LI sit ad sinum totum ut 465. ad 100000. itaque iuxta istam praxim, sensibilis error subesse nequit, secus tamen iuxta praxim Kepleri.

PROPOSITIO XXII.

Proiectio umbrarum explicatur. Res ista pertinet ad Opticam, quare hoc loco breuiter, distinctisque numeris adhibitis, tractanda est.

I. Opacum æquale lucido umbram cylindricam projicit; minus, conicam in verticem, maius, conicam in basim; sit enim diameter sphaeræ lucidæ AB, sit opacum æquale FE, projicitur umbra cylindrica FL, idque in infinitum, sit opacum minus OL, projicitur conica in verticem AGB; sit opacum maius DC, projicitur conica in basim BAHM; hinc quo minus opacum accedet propius ad æquale, & quo lucidum longius ab eo distat, umbra longius projicietur. Hic porro probè distinguas velum umbram à penumbra, hæc enim iisdem legibus non subiacet, eiusque diameter quamuis à globo minore projecta eiusdem globi diametro maior est; quod nonnullis fortè imposuit.

II. Hinc Sole apogeo, terra longius umbram projicit, & sub minore angulo, minorque terræ stris globi portio illuminatur; contra verò Sole perigeo, non tam longè umbra projicitur, licet projiciatur sub maiore angulo, & maior terræ portio illuminetur; idem de Luna dictum sit:

fit: Haberi autem potest latitudo umbræ ex distantia cognita; item ex tempore immersionis; & verò ut AX , id est, differentia semidiametri lucidi, & semidiametri opaci ad XO distantiam scilicet, lucidi & opaci, ita OV semidiameter opaci ad VG , unde cognoscitur distantia VG : Pari modo cognoscetur ZY , id est latitudo umbræ in eo loco, si vel cognoscatur distantia VY , vel cognoscatur tempus, quo Luna manet immersa; supponamus, duas horas effluere à momento 1. immersionis ad momentum 1. emersionis, cum 24. horis motus medius Lunæ sit fere 12. grad. 30. minut. elongationis scilicet, à sole certè duabus horis competit grad. 1. 2. minut. 30. secund. hæc erit quantitas ZY ; Hinc demum quò Sol minùs distat à Luna, in solari deliquio, eò minor est terrestris globi tractus obscuratus.

III. Erecto corpore opaco, umbra in planum projicitur, eodem prorsus modo, quo radij visuales, lucido in locum oculi substituto; & cum sit eadem demonstratio, non repeto: Tu videsis *prop.* 12. Quò verò lucidum humilior est, umbræ maiores, quò sublimius eò minores sunt; planum verò circulare erectum, ut plurimum, ellipticam umbram projicit; dixi, ut plurimum, quia ad eleuationem lucidi anguli altitudinis fere 45. grad. umbram circularem projicit; dico fere, pro diuersa diametro, & distantia lucidi; sic etiam pulchra figura ita sita esse potest, ut deformem umbram projiciat, & vicissim deformis, pulchram; vide *prop.* 13. est enim hæc eadem ratio.

IV. Terminatio plani umbræ varia est, pro diuersa superficie, scilicet, in quam umbra projicitur; in plano projectionis semper definit in rectas, si planum opacum oppositum rectis terminetur; cogita pyramidem sectam à plano; sit enim lucidum B , erectum in AB , sit planum projectionis AHK , planum opacum etiam erectum GC , ductis BDP , AP , BCH , AH , BEK , AK , habes trapezium $IGKH$ umbræ projectæ; vides, ni fallor, pyramidem $BCEGI$,
F

Figur. 32.

quæ censeatur producta in infinitum, donec secetur à plano projectionis AHK , vides sectiones HK & IG factas in rectis; si tamen planum opacum non terminaretur lineâ rectâ CDE , sed curuâ COE , terminatio umbræ projectæ erit etiam curua, putâ HPK ; si autem superficies projectionis sit conica, cylindrica, pro diuerso illius situ diuersa erit sectio; si demum sphærica, sectio erit circulus: In his, meo iudicio, nulla est difficultas, modò situs corporis projicientis, & projectionem excipientis rectè consideretur.

V. Umbra dat altitudinem, eleuationem, distantiam, declinationem lucidi; sit lucidum A erectum in BA , stylus opacus DC , planum horizontale v.g. BE , umbra projecta DE ; vt DC , ad DE , ita BA ad BE , & vt DE ad BE , ita DC ad BA ; item cognitis duobus lateribus trianguli EDC cognoscitur angulus DEC ; igitur angulus eleuationis lucidi A supra horizontem; sic inuenitur eleuatio solis supra horizontem in circulo verticali; item eleuatio poli alicuius loci, Sole existente in æquatore, vel quod satius est, in tropicis, in quibus dum Sol versatur, breui tempore, minùs mutatur declinatio; sic etiam cognita latitudine, vel eleuatione alicuius loci, umbræ beneficio, locus solis in ecliptica facilè inuenitur; item linea meridiana. Huc reuoca radiorum visualium terminationem in qualibet superficie.

PROPOSITIO XXIII.

Sectio circularum cælestium in plano opposito explicatur.
SHoc vnicum est totius Gnomonices fundamentum, pro quo supponitur apex styli esse centrum mundi, & cælestium circularum maiorum, & vertex coni, cuius basis est quilibet circulus minor: supponuntur etiam diuersi cælestes circuli, Ecliptica, azimutales, meridiani, paralleli Æquator, &c. His præmissis.

I. Quilibet circulus maior secat planum oppositum in
 linea

linea recta; quia circulus planum est; sed planum planum secat in linea recta: sic æquator secat planum in linea recta; itémque meridianus: Sed ut rem hanc ob oculos ponam: sit quodlibet planum horizontale, in quo sit linea meridiana AM , in qua sit erectus stylus AF ; sit *Figur. 34.* angulus elevationis poli ANF , NF erit axis, in quam cadat perpendicularis CF , hæc producta est radius Æquatoris, ac proinde recta GCE , secans orthogonally meridianam AM , erit sectio plani Æquatoris, cum dicto plano horizontali; sint duo anguli æquales DFC , CFB grad. 23. minut. 30. radius solis in solstitio brumali de meridie erit FD ; in æstiuo, FB ; supponantur conii oppositi communi vertice F , & axe NF , quorum latera sint FB , FD , circa axem NF reuoluta, haud dubiè secantur cum dicto plano horizontali, eritque sectio hyperbolica, cuius axis seu diameter erit DB , quæ producta cum axe communi conorum facit angulum CNF , æqualem angulo CFA .

II. Sed ut hoc melius intelligatur, sint duo triangula isoscelia similia & æqualia IGC , IFA , communi *Figur. 35.* vertice I , sitque angulus CIA , grad. 47. diuisus bifariam à recta BH , secans axem IE , ad angulos rectos; iam circa DE , voluatur figura gignitur geminus conus; fiat angulus ENM , æqualis angulo elevationis poli; per hanc quasi per axem secet planum, utrumque conum, sectiones erunt duæ hyperbolæ, oppositæ seu coniugatæ; & si PI accipiatur æqualis radio Æquatoris CF prioris figuræ, erunt MI , LI æquales radiis solstitiorum FD , FB : eodem modo habebitur sectio cuiuslibet alterius circuli minoris.

III. In plano verticali idem fiet, mutatis dumtaxat radiis solstitiorum, ita ut IL sit radius solstitij brumalis, & IM æstiuus, in verticali verò declinante sic proceditur; sit MP horizontalis, in dicto plano verticali, in qua sit stylus AK erectus; sit angulus AKB declinationis versus ortum; ducatur FBD perpendicularis in horizontalem MP ; hæc est meridiana; sit Sol in meridiano, ad horison-

tem; umbra illius proiecta cadet in B; & si planum verticale supponatur verti circa verticalem lineam, ductam per punctum A, sole stante immobili in dicto loco, umbra successiue cadet in diuersa loca MP; applicetur autem horologium horizontale, cuius centrum sit in K, & meridionalis linea applicetur KB, si producantur alia linea horaria donec secent MP, per sectiones à centro horologij verticalis, linea horaria ducantur; nempe si supponamus, solem circumire horizontem, à sectionibus meridianorum & Horizontis, projiciet umbras per verticem styli K terminatas ad dictas sectiones linea horizontalis MP.

IV. Sic autem habetur centrum horologij; tradueatur KB in BC, & fiat angulus BCF, eleuationis poli; si vero KB esset parallela BP, nullum erit centrum in illo verticali, ac directe planum illud spectat ad ortum, vel occasum æquinoctiorum; tunc verò altero puncto linea horaria opus non est; sed à punctis sectionum inuentis in MP, ducenda est perpendicularis in lineam æquinoctialem; quod si horologium quidem habeat centrum, sed adeò dissitum, vt duci ab eo linea horaria non possint, supponendus est breuior stylus, ductisque horariis, & contracto horologio, iuxta breuitatem styli, singula singulis parallela ducenda, ex punctis priorum sectionum, vt sexta sexta, septima septima; æquinoctialis demum sic habebitur; ducatur KM perpendicularis in KB, M est punctum horæ sextæ matutinæ; in eo igitur æquinoctialis secat horizontalem MP, ducatur item DC perpendicularis in CF, in D æquinoctialis secat meridianam FS, ducatur recta MD hæc est æquinoctialis quaesita, aut certè, ducta recta FAE, item AL perpendiculari in AF æquali AK, tum FL, item LI perpendiculari in LF, ducta per I perpendicularis in IF erit eadem æquinoctialis; volutis enim triangulis FBC circa FB, & FAL, circa OF, puncta L & C concurrent in vertice L vel K styli erecti: Si demum fiant duo anguli ILE, ILO, vt IL est radius

Æquatoris,

Æquatoris, ita EL & OL sunt radij solstitionum, hic brumalis, ille æstiuus, eritque OE diameter hyperbolarum coniugarum, seu sectionum conorum, quorum bases sunt tropici, & vertex communis vertex styli cum plano horologii.

V. In planis, quæ spectant ad boream idem fiet, cum hoc discrimine, quod centrum horologii assumendum sit infra lineam horizontalem, in qua erectus est stylus: Si planum est inclinatum, sed parallelum axi, sectiones conorum, de quibus *suprà*, sunt duæ hyperbolæ coniugatae, quarum diameter est parallelus axi conorum; si autem sit parallelum radio Æquatoris, dictæ sectiones erunt circuli; si radio alterius solstitionis, erit sectio parabolica; si alteri plano inter radios solstitionum, & radium Æquatoris, sectio erit elliptica; in quolibet alio situ erit hyperbolica; accipio enim radium solstitionis, à vertice coni, actum in orbem circa totam superficiem conicam; cuncta hæc ex primis elementis conicis intelliguntur, & ex sola inspectione *figura 35.* in qua I est vertex styli; si enim ducatur linea parallela HB , secundum quam planum secet conorum alterum, sectio erit circulus; si secundum parallelam lateri IG , vel IC , erit parabola; si inter utramque ellipsis; qualibet alia hyperbola: in quolibet porro situ plani inclinantis & declinantis facile sectionem habebis, cum axis sit semper sibi ipsi parallelus.

Figur. 35.

VI. Cum circuli horarii sectio cum plano horologii fiat in linea recta, sunt enim circuli horarii, maiores, & diuidunt parallelos, seu circulos diurnos in 24. partes æquales, initio ducto in Astronomicis, à meridiano, in Italicis à semicirculo occiduo horizontis, ab ortu demum in Babilonicis; descripto demum circulo sub radio Æquatoris, ex vertice styli eoque diuiso in 24. partes æquales, ductisque secantibus ad æquinoctialem terminatis, initio ducto ab ipsa meridiana, in quam dictus radius cadit, in ipsa

æquinoctiali, habebuntur sectiones circularum horariorum, quarum distantia à meridiana sunt tangentes dictis secantibus, respondentes; secantes autem ipsæ sunt sectiones circularum horariorum, cum plano æquatoris. Sub æquatore, horologium horizontale caret centro; quia illius plano axis mundi est parallelus, & æquinoctialis per locum styli erecti ducitur perpendicularis in meridionalem, cui meridionali lineæ horariæ parallelæ æquinoctialem perpendiculariter secant: In sphaera obliqua, secus accidit; quia axis mundi cum plano horizontali angulum facit, & cum eo concurrit, ubi est centrum.

VII. Iam verò Horizontale applicabis, ut dixi, in verticali plano, ita ut centrum horologij vertici styli deprefsi, & meridiana meridianæ respondeat, ut *suprà* dictum est, productis deinde lineis horariis ad rectam horizontalem, in qua est stylus, signatisque sectionibus, habebuntur puncta horaria in verticali: In planis verò inclinantibus, applicetur horologium verticale non declinans; in inclinantibus & declinantibus, applicetur verticale declinans, ut *suprà*; vno verbo, applicetur illud, cuius planum alterius secat in linea horizontali, per locum styli ducta: Quod spectat ad lineas horarias horologij Italici, iam habes in æquinoctiali omnia puncta horaria, assignata horæ meridianæ 18. habitis deinde sectionibus azimuthalium cum plano horologij, quæ in horologio horizontali sunt rectæ lineæ, ex loco styli, quasi ex centro ductæ; in verticali verò sunt rectæ perpendiculares in horizontalem, per locum styli euntem ductæ; habitæ etiam elevatione solis datâ horâ, cuius angulus accipitur à vertice styli, ductâ rectâ ad azimuthalem sectionem, quæ dictum angulum sustineat, illud punctum in azimuthali signatum est horarium quæsitum.

VIII. Schema postulas, per me licet; sit stylus deprefsus in verticali AB, horizontalis per locum styli ducta GK; meridionalis DC, æquinoctialis GC; punctum horarium 18. est in C; sit EF sectio azimuthi horæ 18. sole existente in tropico Cancræ; traducta EB in EO, sit

fit EOF angulus eleuationis solis hor. 18. sole existente in tropico Cancrī, punctum F est horarium quæsitum; ducatur denique FCI hæc est horaria quæsitā; Pari modo, sole posito in tropico Capricorni, fit sectio azimuthalis HI, angulus eleuationis solis HRI, I est punctum horarium quæsitum, ducatur FCI, hæc est horaria quæsitā: Pro reliquis horis eadem praxis adhibebitur: Vt autem habeas sectiones huiusmodi azimuthales, itēque eleuationis angulos, vti poteris facili analemate quod huic synopsis attexam: hæc praxis ab onere describendi sectionem hyperbolicam liberabit, cū in punctis horariis, illam iam habeas designatam.

IX. Aliquid facilius suggero: si enim superficiem conicam dicti coni, vel ligneam, vel chartaceam habeas, sectam vt *suprà*; assumpto quolibet radio Æquatoris, & peripheriam basis dictæ superficiē diuidas in 24. partes æquales, ducasque rectas à vertice coni ad quælibet puncta signata in dicta periphēria, secabunt hyperbolem in punctis horariis, vnde interualla in planum horologij facillè traduci queunt: idem fiet applicata dicta superficie stylo horologij, ita tamen vt vertex vterque conueniat, & radius solstitij in lineam styli cadat; lineam styli voco illam, quæ à centro horologij per locum styli ducitur, vel à loco styli perpendiculariter cadit in æquinoctialem; designabis autem puncta horaria, ducto leniter filo in verticē styli immobiliter fixo, per puncta signata in periphēria basis coni diuisa in 24. horas; producto enim filo per datum quodlibet punctum, in dicta periphēria signatum, rectā vsque ad planum horologij, ad punctum horarium, in dicto plano signandum terminabitur: In Astronomico numerare horas incipies ab ea parte, per quam ductum filum cadit in meridianam plani; in Italico verò à fine arcūs diurni diuisi bifariam à meridiana; facile autem habetur arcus diurnus, siue maior, in tropico Cancrī, siue minor in tropico Capricorni, in quolibet analemate, fabricato iuxta eleuationem loci.

X. Alium modum, qui maximè ad Opticam spectat, describere

describere non pigeat : Sit quodlibet planum , in quo describendum sit horologium , sitque data longitudo styli, assumpto ficto stylo, eiusdem longitudinis , ita inserto in tabellam ligneam , vel chartaceam , vt extat vtrunque; sit autem in dicta tabella descriptum horologium horizontale , & per locum styli , fictus stylus eat , ad angulos rectos ; tum iplendente sole , fixa altera extremitate inserti styli , in quolibet puncto plani , in quo describendum est horologium , à quo nunquam remoueatur ; deinde huc illuc voluatur , circa dictum punctum plani , vna cum tabella , donec umbra , ab extante styli segmento proiecta attingat lineam talem horariam , putà 9. Astronomici , ductoque filo , ab extremitate , seu vertice styli , per punctum tabellæ , donec terminetur ad planum , signabis punctum illud , tum volues tabellam cum dicto stylo , donec umbra ad aliud punctum eiusdem lineæ horariæ terminetur , ductoque filo , vt *supra* , punctum illud signabis ; per duo signata puncta in plano , si rectam ducas , hæc erit linea horæ 9. vel 15. in Italico. Curabis autem in dictis reuolutionibus , vt umbra projiciatur ad extrema puncta linearum horariarum ; inde enim habebis sectionum describendarum vestigia. Hæc praxis facile demonstratur , cum perinde sit , siue sol circa planum immobile , stylumque immobilem moueatur , siue stylus ipse , cum ipso plano ; supponamus enim sole immobili , planum horologij ita moueri , seu reuolui , ab occasu ad ortum , vt radius solaris eundem circulum diurnum describere videatur ; haud dubiè , umbra proiecta horas indicabit , eritque eadem horologij descriptio.

XI. In superficiebus cauis & conuexis variæ sectiones fiunt ; in globo cuius centrum , mundi centrum representat , sectiones horariæ erunt circuli meridiani ; in cauo item erecto stylo , cuius vertex sit centrum hemisphærij caui , iuxta situm eleuationis poli , sectiones horariæ erunt etiam circuli ; in cylindro & cono , vel cauo , vel conuexo , sectiones horariæ etiam describi possunt , siue cum stylo volubili , siue cum pendulo , siue oppositâ soli
opacâ

Propositio XXIII. & XXIV. 49

opacâ laminâ, exiguâ foramine peruiâ; sed breuitatis causa omitto, cum vix ad synopsim pertineant: illud tamen non omitto, eundem stylum duplici horologio famulari posse, idque vel intra angulum; sit enim angulus ABC, stylus BF, ductis perpendicularibus FE, FG, describatur horologium in utroque plano AB, BC, perinde atque si essent duo styli GF, EF; sit alius angulus BCD, stylus CK, sintque KH, KI perpendiculares, in plana BC, DC, si hæc producerentur, & fiat ut *suprà*. Omitto alia nonnulla: Addam ad calcem huius opusculi de analemmate, illud præsertim, dato puncto umbræ, citra declinationem plani cognitam, describere horologium in quolibet verticali.

Figur. 37.

PROPOSITIO XXIV.

*S*aturnij annuli proprietates, & phenomena explicantur.
Cum hoc phenomenon nouum sit, dignus sane Hugeniæ ingenij partus, quem licet initio impugnare visum sit, cum nulla adhuc certa phenomena extarent, quæ absque annulo explicari non possent; quia tamen Saturno ad maximam declinationem sensim vergente, noua phenomena dictum annulum verum sane non fictitium esse ferè persuadent, de quibus paulò post, cum multam optice res ista contineat, licet in opusculo aduersus eiusdem Hugeniæ assertionem, eiusdem phenomèni passionibus discussæ fuerint, iuuert tamen eas breuiter in hac synopsi complecti: Suppono autem 1. phenomenon annuli Saturnij à me sæpe ac sæpius accuratissime & diligentissime spectatum, globum scilicet Saturni ab annulo plano, cuius diameter est ad diametrum Saturni proximè ut 9. ad. 4. circumcinctum, ut vides in *figura* 38. 2. Suppono, maiorem diametrum apparentis ellipsos mihi semper compertam fuisse Æquatoris orbem tangentis parallelam; nam præterquam quòd si vnum Heuclium excipiam, reliqui omnes Astronomi, ac præcæteris prima rei Astronomicæ Capita, Galileus, Gassendus Ricciolus, Buglialdus, Hugeniæ, Blancanus,

Figur. 38.

G

Grimaldus, parallelam esse pronunciarunt, ego sæpe ac sæpius præsertim mense Octobri proximè elapso, adhibitis mecum viris obseruandi peritissimis, parallelam esse obseruauit, ac rectà ire per maiorem diametrum reticuli apppositi telescopio nostro, scilicet intra tubum, proximè tamen ad lentem ocularem; Vtrùm verò planum ipsum annuli plano *Æquatoris* semper parallelum sit, dicam paulò post; his præmissis.

I. Si radius visualis in planum annuli perpendiculariter caderet, videretur ad instar coronæ rotundæ, cuius caua peripheria æqualiter à Saturni limbo distaret; inter Saturnium globum & dictam coronam, videretur alia corona eiusdem ferè latitudinis, sed atra Saturni superficiem tangens: hic casus nunquam eueniet, quia Saturnus ad tantam, 90. circiter graduum declinationem nunquam perueniet.

II. Si radij visuales sint paralleli plano annuli, nullus annulus videbitur, sed solitarius Saturni globus: si autem crassitudo annuli sensibilis est, vel illius conuexa superficies, quæ est cylindrica, apta est ad reflectendam lucem, vel inepta; si apta, nulla videbitur fascia in Saturno, quando scilicet radius solaris est parallelus eiusdem annuli plano, sed duo brachia lucida hinc inde extabunt disco Saturni contigua; sed hæc nunquam visa sunt: Si verò inepta est illa superficies ad lumen reflectendum, nulla quidem brachia videbuntur, secabit tamen Saturni discum fascia subnigra, quam Hugenius asserit sibi visam fuisse: Si autem crassitudo annuli sensibilis non est, nulla fascia subnigra, nulla brachia lucida Saturno adnata, quando scilicet solaris radius plano annuli parallelus est.

III. Statuto vero solis radio ita incidente; vt cum dicto plano faciat angulum, annulus haud dubiè projicit umbram, quæ ad instar fasciæ discum Saturni secat; variè tamen; pro diuerso situ; quod vt explicetur aliquo schemate opus est. Sit A oculus & mundi centrum, Figur. 39. A D radius *Æquatoris*; K D F arcus meridiani inter tropicos,

Propositio XXIV.

51

tropicos, item BC, sed AD ad distantiam Saturni, & AB ad distantiam solis; sint autem F, I, H, G, DE, radius annuli, qui est in sectione plani meridiani; sit Sol in N, Saturnus in D, nulla umbra projicitur, ut patet; sit Sol in B, tropico Capricorni, radius Solis faciem annuli Australem ferit; igitur projicit umbram in semicirculum Borealem disci Saturni, in Australem verò si Sol sit in C tropico Capricorni. Præterea dum Sol est in B, Saturnus sit in H, nulla projicitur umbra, videbitur tamen fascia, nigra satis lata; quia cum radius visualis cadat in faciem Borealem annuli, & cum hæc illuminata non sit, satis latam hemisphærij Australis, Saturnij globi fasciam tegit; ab H versus I, nulla umbra, nulla fascia nigra videtur; nisi superficies annuli conuexa sensibilis sit, & inepta ad reflexionem; Idem dicendum est, quotiescumque radius Solaris & visualis in eandem annuli faciem cadunt.

IV. Idem dicendum est Sole posito in C, & Saturno in L. Addo vnum, quod nonnemini fortè subtilius videbitur. Existimarunt aliqui, ex hoc phenomeno dirimi posse controuersiam de motu terræ, sit enim Saturnus in D, Sol in A, iuxta hypothesim Copernici, Terra in B tropico Capricorni, licet Saturnus sit in D, ac proinde radius Solaris sit parallelus annuli plano, ex B tamen radius visualis ductus in D faciet angulum, quasi maximæ prosthapherefeos, ac proinde Saturnus non videbitur in D principio Arietis, sed in quinto circiter gradu 30. minut. itaque videri debet Saturnus in 5. gradu Arietis, licet annulus non appareat; quia cum reipsa sit in principio Arietis, nullo lumine perfunditur; sed posita Terrâ in A; iuxta veram hypothesim, non potest, videri Saturnus in 5. gradu Arietis, nisi Saturnius annulus luce perfusus videatur: Sed profectò hallucinantur; cum enim eo tempore, quo iuxta hypothesim Copernici terra est in B, & Sol in A, iuxta veram terra est in A, & Sol in C, & quo tempore ex terra in B, Saturnus videtur in 4. Arietis, licet reuerà sit in D, ex terra in A, Saturnus videtur in 5. Arietis, in quo reuerà est, non verò in D;

G 2

Sed ex C annulus Saturni in γ . Arietis situs nulla luce perfunditur; radius enim solaris, annuli plano est parallelus; igitur licet radius visualis cadat in faciem australem annuli, eam tamen non videt, nisi ad instar umbræ, seu fasciæ, in Borealem disci partem projectæ: Idem igitur erit phenomenon in vtraque hypothesi, ac proinde celebris illa controuersia ex hoc capite dirimi nequit; longè melius ex situ plani, paralleli semper circulo diurno, vt luculenter in *dialogis de terra motu* expositum fuit: Licet autem planum annuli *Æquatoris* plano omnino parallelum non esset, hoc tamen non facit, quin valeat atque subsistat idem argumentum, modò maior diameter apparentis ellipseos sit semper parallela tangenti circulum diurnum, in eo puncto, in quo est Saturnus, hæc enim dirigit motum plani.

V. Vtrum verò dictum annuli planum plano *Æquatoris* semper parallelum sit, subdubitare visus est *Hugenius*, in Saturnio systemate, qui licet ante dixisset, secundum ansarum lineam, motum Saturni, diurnum scilicet procedere, hoc est lineam illam, seu maiorem diametrum apparentis ellipseos, plano *Æquatoris*, seu circuli diurni esse parallelam, idque indubitatis rationibus adstruxisset; paulò post tamen mutauit, aitque, annuli planum semper esse parallelum circuli maioris plano, secantis *Æquatorem*, in grad. $25.15.$ min. $\Pi.$ & \rightarrow . ac proinde dictam lineam esse tantum *Æquatori* parallelam in grad. $25.15.$ minut. $\Pi.$ & \times : *Eclipticæ* verò in grad. $20.$ $\Pi.$ & \rightarrow . ad *Eclipticam* demum maximè inclinatam in grad. $20.$ $\Pi.$ & \times . angulo fere gr. $23.$ $\frac{1}{4}$. Sed vnde ista mutatio? quia forte ex obseruationibus ann. 1655. 1656. 1657. deprehensum ab eo fuit, maximum angulum, quo linea prædicta *Eclipticam* intersectat, esse circiter grad. $23.$ $\frac{1}{4}$. Sed tali angulo *æquator* *Eclipticam* secat; igitur hoc non probat lineam illam *Æquatori* parallelam non esse; arctissimam porrò annuli ellipsim non esse in princip. \vee & Δ sed in grad. $20.$ $\frac{1}{4}$. $\Pi.$ & \times ; licet concesserim, ex prædictis obseruationibus, quamuis multa

Propositio XXIV.

53

multa componenda & statuenda essent, putà verus locus planetæ, addita aut detracta prostapherosis motui medio, latitudo planetæ varia, locus solis, radij visualis incidentia, aliaque huiusmodi; hoc tamen non probat, ansarum lineam discedere à prædicto parallelismo, cum circa illam annulus ita librari possit, ut reuerà parallelus sit plano dicti circuli, dum est in 20. $\frac{1}{2}$. m & x , & sit latissima ellipsis in gr. 25. in 15. Π & m ; non tamen inde sequitur, semper esse parallelum circulo secanti *Æquatorem* ad angulum 4. gr. alioquin ipsa linea ansarum maximè à dicto parallelismo cum *Æquatore* discederet, Saturno existente in grad. 25. min. 15. m . id est, hoc ipso tempore, quo tamen illam *Æquatori* parallelam obseruauimus; & diameter minor dictæ ellipseos maximè explicatæ, esset parallela radio *Æquatoris*, quod nostris obseruationibus repugnat, de quibus mox agam.

V I. Hoc tempore, & iam ab anno proximè elapso, obseruamus, minorem diametrum ellipseos ita sitam esse, ut segmentum illius supra verticem Saturnij globi extare videatur, dimidia ferè parte latitudinis dicti annuli, v.g. *Figur. 40.* sit quadrans Saturnij globi C, maior semidiameter CA, latitudo annuli BA, minor semidiameter erit CE, apparentis scilicet ellipseos, & segmentum DE extans supra verticem globi D, est ferè dimidium BA; hoc posito, clarissimè demonstro planum annuli, *Æquatori* non esse parallelum; sit enim Saturni globus in meridiano, in quo situ illum sæpè aspeximus, sitque sectio globi & annuli à plano meridiani facta FIGK; sint TI, SG, PF, radij visuales; accipiuntur autem paralleli propter maximam distantiam & acutissimum angulum; supponamus Saturnum versari circa grad. 15. m , radius visualis in planum annuli incidens cum eo faceret angulum grad. 23. proximè, si parallelum est plano *Æquatoris*; sed quia Saturnus ibi ferè habet 2. grad. latitudinis Borealis, supererit angulus, fere grad. 21. ducatur igitur ON, utrinque producta indefinitè; in hac linea est sectio

G 3

meridiani & annuli, estque in ea minor diameter ellipsoos; sit vertex Saturni G ad Boream, oppositus F, ad Austrum; cum angulus NHG sit 69. HL est ad sinum totum, seu HG, ut 279043. ad 100000. at semidiameter globi est ad semidiametrum annuli ut 4. ad 9. id est ut 100000. ad 225000. minor igitur semidiameter annuli, quæ scilicet cum ON coit, est longè minor HL, igitur extremus radius visualis SG non cadit in annuli supremam partem, à vertice globi omnino tectam, dato quod planum annuli plano Æquatoris parallelum sit; igitur secundum præsentis observationes parallelum dici nequit.

VII. Inde rejicitur, quod Hugenius adstruxerat, scilicet planum annuli parallelum esse plano circuli, 4. ferè grad. ad æquatorem inclinati, nec non æquatorem secantis ad grad. 25. 15. min. quia cum ibi minor diámetro apparentis ellipsoos cum Æquatoris radio conveniat, ibi haud dubiè minor annuli diameter, seu ON, plano Æquatoris parallela est; sed hoc dici nequit iuxta observationes, cum Saturnus proximè ad dictum gradum accedat; adde quòd, maior diameter, seu ansarum linea ibi maximè inclinata esset ad Æquatoris planum, seu circuli diurni, cui tamen parallelam semper esse comperimus; itaque ut saluetur hoc phenomenon, radius HN debet inclinari versùs HG, angulo 10. grad. ita ut angulus KHX sit 31. grad. igitur ab Æquatoris, seu circuli diurni plano declinat grad. 10. ita ut tamen maior diameter dictum parallelismum cum Æquatore retineat; si autem Saturnus supponitur in 1. grad. Capr. cum 2. grad. lat. Australis, ac proinde declinans ab Æquatore grad. 25. 30. minut. & annulus inclinatus supponatur ad planum Æquatoris grad. 10. retento scilicet parallelismo HX, haud dubiè radius visualis incidens in planum annuli, cum eo faceret angulum ferè grad. 36. ac proinde tota ferè suprema portio annuli supra globi verticem extare videretur, quod vtrum futuro tempore succedere debeat, diuinare non possum.

VIII. Dicendum est igitur, vel nutare ac librari planum

num annuli circa maiorem diametrum, ut diximus in dialogis, exerto scilicet dicto nisu, ad dictum parallelismum retinendum, vel creatum fuisse in tali situ inclinationis, ad circulum plano *Æquatoris*, quæ facillè statui potest 7. vel 8. grad. retento semper utriusque diametri ellipseos parallelismo, maioris quidem, cum *Æquatore*, minoris vero cum linea dictæ inclinationis. Sic enim saluantur selectæ illæ observationes *Hugenij* 1. mense Ianuarij ann. 1656. visus est *Saturnus* absque annulo, tunc enim *Saturnus* erat ferè in 22. grad. m . ac proinde declinans ab *Æquatore* 3. ferè grad. cui si ratione latitudinis *Borealis* 2. ferè gr. habebis 5. gradus declinationis; igitur ductus ab eo radius ad centrum mundi, in quo terram colloco, faciet angulum cum radio *Æquatoris* 5. grad. ducatur alius, qui faciat angulum 7. vel 8. grad. non cadebat in centrum mundi, ac proinde cum sit parallelus minori diametro ellipseos facies australis annuli, quæ tantulum à sole illuminabatur, videri non poterat. 2. Sub finem Nouembris ann. 1655. visus est etiam *Saturnus* sine annulo, quia tunc *Saturnus* erat in grad. 21. 38. min. m ac proinde gr. 3. 35. min. declin. quibus si addas gr. 1. 50. minut. latitudinis habebis declin. gr. 5. 23. minut. Sed radius parallelus plano annuli facit cum *Æquatore* angulum gr. 8. vel 9. igitur pars australis annuli tunc videri non poterat ex centro mundi. 3. denique 17. Iun. ann. 1656. visus est *Saturnus* sine annulo; *Saturnus* erat in grad. 17. m cum 2. gr. latitudinis igitur cum declinatione gr. 7. igitur radius annulo parallelus cum *Æquatoris* plano faciens angulum 8. vel 7. gr. in centrum mundi cadit, igitur annulus videri nequit; visus est tamen die 13. Octobr. eiusdem anni; erat enim eo tempore *Saturnus* in 30. ferè grad. m cum latitudine 2. gr. igitur cum declin. *Boreal.* grad. 2. igitur radij solares & visuales in faciem annuli *Borealem* cadebant; videri ergo debuit annulus. Die 30. Iunij anni 1657. visus fuit ab *Hustachio* nostro, quasi cum globulis separatis, id est, cum annulo arctissimo, de quo *infra*; tunc enim *Saturnus* redierat ferè ad principium

cipium libræ; in hac igitur hypothefi prædictæ obferuationes omnino explicantur, Saluanturque illæ, quæ nobis elapsis proximè mensibus Aug. Septemb. Octobr. Nouemb. anni 1664. exhibitæ sunt.

IX. Quod pertinet ad proiectam à Saturni globo vmbra; si planum annuli efferet in plano Eclipticæ, haud dubiè projiceretur in partem annuli oppositam soli, v. g. sole occiduo, in superiorem ortiuam; sed dictum planum non est in plano Eclipticæ, quia modò iuxta superiorem hypothefim, facit angulum circiter 30. grad. cum radio visuali; Vnde posito sole in centro mundi, partem supremam annuli omnino aspiceret, seu collustraret, vt modò illam aspiciamus; statuto oculo in eodem centro, idem fieri debet, statuto sole in quolibet puncto sui orbis; vnde vmbra proiecta totam annuli latitudinem non tegit, sed tantum illius partem interiorem, quæ ad cauum annuli terminatur, vmbra porro aspersæ figura est omnino hyperbolica, sic enim secatur conus vmbra à plano annuli, vt consideranti patebit; accedit tamen proximè ad ellipsim, quia hæc vmbra quasi cylindrica consideratur. Itaque quotiescumque radius visualis cum plano annuli facit angulum minorem 26. gr. 30. minut. vmbra proiecta tegit annuli planum secundum totam illius latitudinem; quotiescumque verò maiorem, non tegit secundum totam, & hæc est regula certissima; si enim oculus videat aliquam portionem annuli supra verticem globi, tota latitudo annuli non immergitur vmbra, secus verò, si oculus verticem globi extantem videt, supra fasciam annuli; equidem vmbra illam obiectam in annulum modò videre mihi videbar, modò non videbar, elapsis mensibus, quod nutationi, seu librationi annuli tribuebam; sed fortè fuit oculi fallacia; quare dicendum est, annulum secundum totam latitudinem immersum non fuisse, sed tantum secundum interiorem partem, idque iuxta figuram prædictam, quam vir obseruandi peritissimus, & omnigenâ literaturâ, mathematicis præsertim disciplinis instructissimus D. Cassinus, maiori nostro telescopio 25. palmos

palmos longo nobiscum Saturnum attentè speculatus, sibi videri, bis, aut ter mihi affirmavit.

X. Vnum fortè maius negotium nobis facefferet, visi sunt enim aliquando duo globuli à Saturno omnino separati, vt ann. 1657. die 30. Iunij, item 2.4.9.12.20. Ex quibusdam obseruationibus Neapolitanis habeo, Saturnum visum ann. 1640. die 26. Maij, non quidem cum globulis, sed cum sphæroidibus separatis ab ipso Saturnio globo, sed hoc insigni telescopij vitiotribuendum est, erat enim Saturnus eo tempore circa principium \times ac proinde in declinat. gr. 11. 30. minut. cum. lat. 30. vnde tota declinatio fuit gr. 12. quibus si addas 7. grad. inclinationis annuli, habebis angul. gr. 19. aut 20. quem radius visualis tunc temporis faciebat cum plano annuli; falsa igitur fuit obseruatio cum annuli ellipsis videnda fuisset; reiectâ igitur istâ obseruatione ad primam redeo; cum enim Saturnus esset ferè in principio \triangle cum 2. ferè gr. latitudinis Borealis, radius annuli versùs austrum deflexus, cum radio visuali in dictum planum incidente facit angulum ferè 5. grad. ac proinde minor diameter minima ferè apparet, ita vt maioris vix vnâ decimâ partem adæquare videatur; hinc extremitates annuli ad quas maior diameter terminatur duos quasi orbiculos lucidos exhibent, saltem vtrumque rotundos, expunctis præ tenuitate ansulis, quibus annulus Saturnium globum amplecti videtur; illa autem tenuitas ex nimia obliquitate anguli 5. gr. necessariò sequitur; nihil mirum igitur si duo quasi orbiculi appareant; quanquam si longiore telescopio Saturnus aspiciatur, nullum est dubium, quin prædictæ ansulæ sensibilibiter auctæ appareant, neque est alia difficultas.

XI. Quod aliquis dixit, anulum videri aliquando splendidiorem, non ita accipiendum est, vt reuerà planum plus luminis præferat vna vice, quàm alia, licet plus luminis reflectatur quod vt melius intelligatur, sit lucidum G, corpus illuminatum CA, directè oppositum,

Figur. 41.

& aspectum sub angulo AGC; sit idem corpus obliquè
H

fitum in CD , haud dubiè minus luminis reflectit, quia minus recipit, est enim lumen in CA , ad lumen in CD , ut CA ad CI ; videtur autem sub angulo CGD ; igitur CD videtur perinde atque si esset in CI , sed tantumdem luminis est in CD , quantum in CI , igitur CD æquè illuminatum videtur; licet minus luminis reflectat; si verò ex K spectetur CD sub angulo CKD , videbitur quidem CD æquale CA spectato ex G , sed longè minus illuminatum, igitur siue annuli planum magis, siue minus obliquè spectetur, quia in eadem proportionem contractius apparet, in qua videtur obliquius, videtur semper æquè illuminatum; sic extremitas disci lunaris, vel solaris, licet obliquius spectetur, æquè illuminata videtur, ac medius discus.

XII. Quando Saturnus sole australior est, & facies eius Borealis ad oculum spectat, planum annuli projicit umbram in partem inferiorem disci, ut patet; eò quippe umbra projicitur, quò radius solis tendit, illa porro umbra ad instar fasciæ videbitur, posito sole in signis Borealibus; quo sito in australibus, umbra quidem projicietur, sed non videbitur, res ista sine schemate intelligitur, sed ut etiam tyronibus palam fiat, sit oculus in A Saturnus in I sectio scilicet meridiani, sit sol in C tropico Cancræ, si per extremitatem I ducatur radius ex C , vel B , umbra austrum versùs projicitur; sed si sol sit in C , videbitur ab oculo in A , secus verò si sol sit in B , & vicissim, si Saturnus sit sole Borealis; pari modo Saturni australis globus versùs Boream extare videtur, & versùs austrum quando Borealis: Præterea si crassitudo annuli sub sensum non cadat, Saturno & sole ita sitis, ut radius solaris parallelus sit plano annuli, nulla videri debet fascia nigra in Saturni disco, secus tamen extra illum situm; deinde si solaris radius in alteram annuli faciem & visualis in alteram cadant, non propterea maior fascia videri debet, ut patet; eo tamen maior, quo solaris maiorem angulum cum plano annuli facit. De comite Saturni nonnulla dicenda essent, v.g. quod Saturno
sito

Propositio XXIV. & XXV. 59

sito in modica declinatione, videatur semper in linea maioris diametri ellipseos, secus autem sito in maxima declinatione; tunc enim nunquam occultari debet, sed in coniunctione videri, seu versùs Austrum, seu versùs Boream; modò scilicet, quod supponit Hugenius, in circulo moueatur circa Saturnum & annulum; sed pro his consule opusculum contra Hugenij assertionem, & nostros dialogos in quibus etiam nonnulla videbis optica quæ ad Iouem spectant.

PROPOSITIO XXV.

*R*eflectionis luminis ratio explicatur.

I. Lumen à prima corporis reflectentis superficie non repercutitur sensibiliter; quia quantumuis subtilis esset superficies, idem semper lumen reflecteretur, quod repugnat experientiæ; quò enim subtilior est vitri, vel alterius corporis diaphani lamina, minùs luminis reflectit; hinc tandem imaginem non reddit; eò igitur tenuitatis venire potest, vt nihil luminis, saltem sensibiliter, reflectat: hoc certè illorum hypothesi valde repugnat, qui lumen nihil aliud esse volunt, quàm subtilem materiam, vel illius motum: de re tamen quod sit, & quod prima superficies non reflectat, manifestis euincitur experimentis.

II. Si prima superficies non reflectit, nec etiam secunda reflectet; quia eiusdem generis cum sit, & rationis, si prima non reflectit, sed recipit lumen, & ulteriori traiectioni non obest, idem prorsus similis secunda præstabit; idem dico de tertia, quarta, &c. Et hæc in illa sententia, quam vt verissimam teneo, quod lumen sit qualitas per medium diffusa; quod, nisi valde fallor, paulò post demonstrabo ex ipsa refractione; hæc tantum suppono, & ex illa hypothesi loquor.

III. Etiam si lumen per motum propagetur, dato quod prima superficies non reflectat, explicari nequit;

H 2

quomodo reflectat secunda aut tertia ideo enim non reflectitur à prima illa tenuis materia, in eo scilicet puncto incidentiæ, quia ibi inuenit porum, unde per illum traiecta, incidit radius in secundam, vel est porus in hoc secundo puncto incidentiæ, vel non est porus; si est porus eadem ratione trajicitur per hunc, quàm per illum; si verò porus non est, reperi non potest, quia per eundem rediret si perpendicularis esset, quod fieri non potest, quia penetrari nequit, cum partibus eiusdem materiæ, quæ à tergo insistant; per alium porum, inquit; quasi verò pori superficieum ita respondeant sibi inuicem, ut angulorum ratio, quam natura instituit, in radio reflectionis & incidentiæ, seruari possit: quidquid sit, saltem radius perpendicularis reflecti non potest: Istam porro hypothesim paulò post efficaciter refellemus.

IV. Quatuor globi vitrei v. g. ita statui possunt, ut radius luminis post circuitum aliquot refractionum, redeat ad angulum æqualem angulo incidentiæ: sint enim quatuor globi vitrei ABCD, sit radius FG, ita potest incidere, ut refractus in GH tum in HI, KL, MNO eat demum in OP parallelum GF, & KL producta perpendiculariter cadat in FG, PO productas: si supponamus autem 4. prædictos globos tam paruos esse, ut sub sensum non cadant duæ parallelæ GF, OP cadentes in GO perpendiculariter, in eandem lineam ire videbuntur.

V. Si sint tres globi, vel duo, ita potest incidere radius, ut post aliquot refractiones, eodem modo, ut supra, redeat, faciatque angulum æqualem angulo incidentiæ. Sint enim tres globi ABC, sit radius DF, refractus in FH IGE, ita ire potest temperatis angulis refractionis cum prima incidentia, ut ultimus refractus EC faciat angulum EGP æqualem DRP: pari modo sint duo globi AB, radius incidentiæ primus CD, ita refringitur in DHI KL, ut anguli KLM DCK æquales sint; ac preinde HI sit parallela DM, item HI

fig.

fig. 43. & K L fig. 42. Hinc quando sunt quatuor globi redit radius eo modo quo dixi post 8. refractiones; quando sunt tres, post 6. quando sunt duo post 4. Cuncta hæc adeò clara sunt, vt maiore explicationis luce non indigeant.

VI. In minoribus globis idem prorsus fiet, quod in maioribus; est enim eadem in vtrisque incidentia; eadem igitur refractionis ratio; parallelæ igitur vtrimque accipiendæ sunt.

VII. Punctum primi ingressus radij distat à puncto vltimi egressus; sic in figuris prædictis G distat ab O, F à G, D à K; neque in hoc est vlla difficultas; si autem globi maiores assumantur, maior erit distantia, inter puncta primi ingressus & vltimi egressus radij; minor verò, quò globi assumpti minores sunt; ac proinde si adeò parui assumantur, vt sensum omnem fugiant, huiusmodi distantia sub sensum etiam non cadet.

VIII. Si superficies scabra sit, prædicta refractionum series perturbatur; nempe ob scabritiem, multa alia plana occurrunt; in quibus cum nouæ ac multiplicatæ refractiones fiant, priorum compositum ordinem inde perturbari necesse est.

IX. Aliæ figuræ à sphaerica distinctæ eundem fractionum semicirculum præstare possunt, modò sint regulares; nempe radius in sphæroïdem incidens eundem incidentiæ angulum facere potest, quem faceret si caderet in sphæram, vt patet; nempe quadrans sphæroïdos æquè habet omnes tangentes, omnesque angulos incidentiæ, ac sphæra quadrans. Esse autem dicto modo regularia proxima & immediata miscibilia, ex quibus mixta nostra constant, certissimum est, nisi corpus omnino diaphanum sit; quia per illud radius luminis rectà producitur; vt aër, maiore saltem ex parte; nempe ille cæruleus aëris color ab atomis in tanta profunditate reflectentibus lumen, in raris scilicet radiis prouenit: Idem de aqua nostra dictum sit, quæ alioquin corpus simplex non est, sed mixtum.

X. Siue supponamus, primum radium in dictos globos subire & incidere, vltimum verò exire; siue hunc subire, illum exire, omnino perinde est, quo ad prædictum semicirculi refractionum effectum, vt consideranti patebit.

Figur. 43. XI. Vltimus radius refractus exiens reflexus meritò dici potest: v.g. sit obiectum in D, & à puncto D, incidat radius DFHIGE, ex puncto E videbitur obiectum D, per radium EG vt reflexum; nihil enim aliud radij reflexi nomine intelligitur, & hæc vera est reflexionis causa; cum enim hic effectus necessariò sequatur ex communibus principiis, & supposita quacunque hypothesi, alia causa, alio principio mihi opus non est, ad hunc reflectionis effectum explicandum.

XII. Hinc optima ratio petitur, cur reflexio à prima superficie non fiat; cum enim aliquot refractiones præcedant, necesse sit, radius luminis à prima statim superficie non redit, sed immergitur; alioquin nulla fieret reflexio; hinc etiam ab eodem prorsus puncto radius incidentiæ & reflexionis non procedunt.

XIII. Hinc etiam ratio, quod lumen non sit corpus, vel corporis motio; si enim corpus est, cur à prima superficie non reflectitur? subit per poros, inquit; sed pori in corpore denso maxime diaphano minimam portionem occupant; deinde non redit radius per eundem porum, si perpendicularis est, impeditur enim, vt dixi, sed de hoc *infra* cum de refractione.

XIV. Radius perpendicularis altius penetrat, antequam reflectatur, sic in figura 42. radius perpendicularis altius penetrat quam obliquus CD fig. 44. quia hic per pauciores, ille per plures reflexiones trajicitur, antequam redeat.

XV. Hinc tenuissimum vitrum, licet radium perpendicularem, saltem sensibilibiter, non reflectat, oblique tamen incidentem sensibilibiter reflectit; egregium sanè ad luculentam huius veritatis demonstrationem; experimenti argumentum.

XVI.

XVI. Licet radij luminis per corpus diaphanum traiectione fractiones patiantur, fieri tamen potest, ut aliquis radius non frangatur, ut radius AB, per centrum globulorum ductus & Figur. 45. traiectus.

XVII. Si superficies constat ex globulis paulò maioribus, per læuigationem non depressis, reflectunt radios minùs ordinatos; quia radij in hemisphærium extans incidentes, secundum omnes omnino angulos incidentiæ, tot enim plana diuersa supponuntur, quot tangentes, & tot tangentes, quot puncta in superficie sphærica, diuersas refractiones inde patiuntur, unde radiorum refractorum perturbatio; igitur radij minùs ordinati manent: cogita quæso marmor album, seu Figur. 46. lac pressum, &c. Si vero globuli complanantur v. g. A. B. supra punctum contactus aliquid conuexi restat, in quod radius valde obliquus incidit, putà FE refractus in EG ut *supra* fig. 42. inde autem radij ordinati reflectuntur: hinc specula læuigata, &c. vix autem crediderim, omnia corpora huiusmodi componi ex globulis, seu sphæris, cum etiam ex aliis corpusculis regularibus ita componi possint, ut probè tamen, scilicet ad sensum læuigari possint; ut calybs, marmor nigrum, gagates, &c.

XVIII. Ille splendor qui à gemmis & metallis læuigatis reflectitur, à multorum radiorum minùs ordinatorum accessione oritur, qui scilicet ordinatis coniunguntur; si enim sunt tantum radij non ordinati & continui, est album; si ordinati & continui, est speculum, vel lucidum corpus; si nec ordinati, nec continui, pro diuersa radiorum coniugatione, diuersus erit color; sed de coloribus fusè *alibi* ex professo.

PROP. XXVI.

PROPOSITIO XXVI.

Quacunque pertinent ad aequalitatem angulorum reflexionis & incidentiae breuiter explicantur.

I. Quoad mirabilem hunc effectum demonstrandum, vulgò iupponunt omnes, à prima speculi superficie heri reflexionem: sit igitur planum speculum BE , obiectum *Figur. 47.* A , oculus D ; ita fiet reflexio, vt radius incidentiae AC , & reflexus CD , æquales angulos faciant cum eodem plano BE ; ac proinde BCA , ECD æquales sint; & hoc est axioma adeò tritum & decantatum apud Opticos, angulum reflexionis æqualem esse angulo incidentiae.

II. Suppositâ prædictâ reflexione, aggregatum linearum ACD , id est, radij incidentiae & reflexi, est omnium possibilium minimum, seruato eodem situ obiecti, oculi, & plani; cum enim GC perpendicularis diuidat angulum ACD bifariam æqualiter, ex rectis enim GCB , GCE æqualibus, detractis æqualibus DCF , ACB , remanent æquales GCD , GCA , sequitur, BE esse tangentem ellipsim, cuius foci sunt AD , & maior diameter æqualis ACD ; igitur non possunt aliæ duæ, quæ idem aggregatum faciant, terminari ad rectam BE , a iocuin eadem tangens tangeret ellipsim in pluribus punctis. Alio modo demonstrari potest, ACD esse aggregatum breuissimum; sed ad synopsim sufficiant, quæ dicta sunt.

III. Hinc aliqui ducunt rationem, propter quam dicti anguli æquales sint; quia scilicet agens A agit in D , per lineam breuissimam, non tantum actione directâ, sed etiam reflexâ; vt autem agit actione directâ, per lineam AD , omnium breuissimam, ita agit actione reflexâ per aggregatum linearum ACD omnium possibilium breuissimum; sed nunquid non satis est, vt per AD sic agat? deinde cur non potius per omnes radios cadentes

cadentes in BE; denique hoc fallit in speculo cauo, ut videbimus *infra*.

I V. Alij ex hoc prædictam rationem deducunt, quod scilicet vnus tantum angulus æqualis angulo incidentiæ respondeat, sint verò infiniti inæquales; cur autem potius per vnum inæqualem, quàm per alium? ab vno igitur fit determinatio; nempe quod vnum est, determinatum est; sed in dicto puncto C, vna tantum perpendicularis surgit, & aliæ infinitæ; cur igitur per illam, quæ vna est, radius reflexus non ibit? præsertim cum in motu reflexo, noua determinatio, quæ à puncto reflectente accedit, in ipsa perpendiculari fiat, ex qua & priore componitur mixta, ut suo loco demonstratum est.

V. Alij dicunt, lineam luminis esse crassam, & suam habere latitudinem, quæ cum seruanda sit, etiam si reflectatur, nec seruari possit, nisi per angulum æqualem fiat, inde sequitur, per æqualem fieri; sit enim planum reflectens BG, lucidum A, radius incidens AC, cum sua latitudine, reflexus per CE, secundum angulum æqualem; latitudo radij reflexi CE æqualis est latitudini radij incidentis AC, cum tamen minor sit, ut CF, assumpto angulo reflexionis minore, & maior, ut CD, assumpto maiore: sed hæc ratio non subsistit; supponatur enim aliqua latitudo in obiecto, vel lucido; ut AB, ita reflectitur ad oculum C, ut DE sit minor AB, ut patet experientia, & ita se rem habere, *infra* demonstrabo.

Figur. 48.

Figur. 49.

VI. Illi, qui volunt lumen nihil aliud esse, quàm motionem subtilissimi corporis prædictæ æqualitatis rationem longè faciliùs reddunt, modò supponant lumen à prima superficie reflecti; si enim per poros illa corpuscula subeunt, vix dici, seu fingi potest, quomodo ad angulos æquales reflectantur.

VII. Restat igitur, ut reflexionis, secundum æqualem angulum, ratio ab inito dictarum refractionum circuitu petatur, de quo *in figura* 42. 43. 44. supponatur enim quilibet radius refractus parallelus HI, alios radios hinc

Figur. 42.

I

inde pari ordine ire necesse est, scilicet LM & KI
MN & IH NO & HG GF & OP.

VIII. Hinc multi radij reflectuntur; non tamen per angulos æquales, neque hæc est proprietas cuiuslibet anguli, seu radij reflexi, neque hoc ab ullo, meo saltem iudicio, demonstratum est; immò nisi alij radij citra huiusmodi æqualitatem reflecterentur, corpus reflectens in vno dumtaxat puncto videri posset, & idem plani punctum, ex vno dumtaxat loco; multi ergo radij reflectuntur, etiam si præfatam æqualitatem non seruent; vnde splendor in corporibus, appulsu lucis, nitere solet, & varij colores pinguntur.

IX. Sic autem dato situ obiecti, oculi & plani reflectentis, inuenitur punctum plani, in quo fit reflexio, ad angulum scilicet reflexionis, æqualem angulo incidentiæ; sit enim lucidum A, oculus D, planum reflectens BE, demittantur perpendiculares AB, DF, sitque vt composita ex AB & DF ad AB, ita BF, ad BC, C est punctum quæsitum, vt patet.

X. Posito, quod reflexio fieri supponatur à prima superficie, obiectum quod videtur per radios reflexos minus inclinatos, maius videtur; sit enim AB obiectum, planum reflectens FG, sit oculus primò in C; sint duo radij reflexi DC, EC, videtur obiectum sub angulo DCE; sit deinde oculus in K, sintque duo radij reflexi HK, EK, videtur obiectum sub angulo HKI, maiore; ductisque BO, AN, item KHN, KIO, videtur obiectum ex K, perinde atque si esset in NO; itemque ex C; constat autem angulum NKO, esse maiorem angulo NCO; sed hæc proprietas, quæ accuratorem discussionem postulat in sequentem propositionem remittamus.

PROP. XXVII.

PROPOSITIO XXVII.

Explicatur, cur & quomodo videatur obiectum intra speculum.

I. Sit obiectum AB, oculus in C, videtur obiectum in KL, sub eodem angulo, sub quo videretur in AB, ex F; sunt enim HF, HC æquales; item CG, GF; item IC, IF; item HL, HB; item IA, IK; eo quod CHG æqualis sit angulo BHD, & huic GHF; ac proinde GHF, CHG æquales; item HCF, HFG; dato autem latere communi HG, erunt alia reciproca æqualia.

II. Hinc obiectum tantumdem à speculo distare videtur, quantum reipsa distat, quamvis in partes oppositas; sunt enim BI, LI æquales; & hoc ipsum est, quod dicunt Optici, obiectum videri per reflexionem, in concursu catheti & radij visualis.

III. Stante obiecto in eodem situ, quò longius oculus à speculo distat, in eadem linea perpendiculari, v.g. in KMN, sectio communis utriusque pyramidis eò maior est; sic OI est maior IH; quia ut CD ad HI, ita CM ad IM; & ut CD ad OI, ita CN ad ON; atqui CN est maior CM, & ON maior IM; sint etiam FG, BH, FM, FL, GL, GM GK, & KL; BO est æqualis OE; sed BI est maior BO, totum scilicet parte; igitur maior OE; igitur prædicta sectio eò maior est, quò longius à speculo oculus distat; idem fiet, si distantia oculi ab obiecto, accipiatur in ipso radio reflexo; putà in BM; sic enim BI est maior BO, vel OE; sic oculo remoto, maiorem speculi portionem pyramis radiorum ad oculum tendentium occupat.

IV. Si oculo immoto, ipsum obiectum ad speculum propius accedat crescit portio speculi, seu sectio pyramidis cum plano speculi; sic posito obiecto in AB, Figur. 3.

oculo in C, sectio prædicta est OK; posito verò obiecto in MN, dicta sectio est PI maior OK, quia HL est maior RS.

Figur. 51. V. Obiectum per visionem reflexum in eodem situ videtur, in quo, per visionem directam videretur; supponamus obiectum AB, oculo posito in N, vel M, videri in CD, eodem prorsus modo, loco, ac situ videtur, quo reuera, si esset in CD, per visionem directam videretur; hinc cum quis se videt in speculo, mutantur dextra sinistris; pro diuerso item speculi situ, obiectum in diuerso situ videtur; & si quis me videt in speculo, illum etiam à me videri necesse est.

VI. Distantia obiecti visi per visionem reflexam, ex radio directo & reflexo componitur; sic AB videtur sub pyramide MCD; est autem MC, composita ex MI, & IA sunt enim IA, IC æquales; item MD composita ex MH, HB; quia HB, HD æquales sunt.

VII. Non tantum ab eodem puncto obiecti, per visionem reflexam visi, vnus radius ad oculum reflectitur; alioquin obiectum non videretur; non afficit enim vnus radius; cogita igitur basim coni in pupilla, cuius vertex sit in quolibet puncto obiecti apparentis in CD; hic porro conus à plano speculi secatur; neque in hoc vlla est difficultas: hinc obiectum per visionem reflexam visum non minuitur, sed sub eodem angulo videtur, sub quo videretur per directam, in eodem loco & situ CD.

Figur. 54. VIII. Si speculum tersissimum sit, ab eodem puncto obiecti, ad idem punctum oculi, seu pupillæ, vnus tantum radius reflectitur; sit enim planum tersum AE, sit punctum lucidum I, oculus in HGF, sit reflexio ICG, ab alio quolibet puncto speculi AE, ad idem punctum G reflecti nequit radius profectus ab I, vt patet, ductis IBH, IDF; nempe angulus IBH est maior angulo ICG; igitur HBE, maior GCE; Hinc tersissimum speculum nigrum videtur; item aquæ superficies procul spectata; hinc fortè maculæ lunæ, constantes scilicet atque maiores, ab vmbis distinctæ; hinc

hinc globi cœlestes terri non sunt ; alioquin non viderentur ; quia in tanta distantia ab vno tantum puncto lumen, reflecterent ; hinc superficies læuigatæ nigrescunt, vt chartæ, marmoris ; hinc demum aqua lacti admixta aliquid nigroris conciliat ; quia complanat lacteos globulos ; item glebæ affusa & pulueri, propter eandem rationem.

I X. Album obiectum multam lucem reflectit, quia cum ex globulis constet, iisque ad instar punctorum, singuli enim sub sensum non cadunt ; & cum singuli globuli radios ad oculum, vbivis situm, ab obiecto etiam vbivis sito, reflectant, inest enim globo quælibet plani ratio, quid mirum si radios multos & continuos ad oculum reflectant ? Hinc color albus oculos perstringit, & multum afficit ; Hinc pannus albus soli expositus vix incalescit ; quia scilicet lumen reflectit ; secus verò niger, vel alterius coloris saturi, vt vocant ; quia multa vis radiorum per innumeras refractiones intra pannum agitur ; vnde multa vis coloris : Hinc demum si rubra, vel nigra in spumam abeant, illico albescunt, vt sanguis, atramentum, item oleum lixiuio admixtum ; quia in tenuissimas bullulas ob tenacitatem tornatur nihil enim aliud spuma est, nisi bullarum congeries ; sal item est quædam spuma terræ, & nix vaporis, seu halitus.

X. Opera speculi plani obiecta in infinitum multiplicantur ; sint enim duo specula plana, erecta secundum Figur. 55. angulum rectum E B K ; sit obiectum F, oculus in G, videbitur per radium reflexum E G, item per alium G K ; item per radios directum F D, & reflexum geminum D I G ; item per directum F C, & reflexum geminum C H G ; atque ita in infinitum. Hinc si duo specula plana opponantur, res ista melius succedet ; sint enim erecta in A I, C D ; sit obiectum B, oculus K, fient infinitæ reflexiones, vel simplices vt Figur. 56. B G K, B M K, vel geminæ vt B F N K, vel

ternæ, atque ita in infinitum. Hinc obiectum infinities multiplicabitur; hinc representari potest hoc modo porticus interminata, aliaque huiusmodi, ex simplicissimo illo principio deducta, quod autem aliqui dicunt, radium septem duntaxat reflexionum patientem esse, inane prorsus est, & ex hoc experimento manifestæ falsitatis conuincitur.

PROPOSITIO XXVIII.

Quæcumque pertinent ad speculum conuexum sphericum explicantur.

Figur. 57.

I. Sit quadrans circuli ABX tangens, seu speculum planum $B\tau$, sit CBA & BC æqualis BA , item $A\tau$ æqualis & parallela CE ; ducantur $C\pi\tau$ & $E\tau$ erit punctum reflexionis π , in speculo plano $B\tau$, posito oculo in C & obiecto in E ; ut patet ex dictis ac proinde E videbitur in τ & tota EC videbitur in $A\tau$ sub angulo $AC\tau$. Sit autem speculum conuexum BDX , & quadrans AC sit obiectum in T ducatur AT tum diuiso arcu DB bifariam in O ductisque AOV , OE , OC , erit O punctum reflexionis, statuto oculo in C productaque COP & assumpta OX æquali OT videretur obiectum in X , sunt enim anguli TAV , CAV æquales, item OCB , OTD igitur & TOV , COV , si intra speculum conuexum, æquali distantia videretur, qua distat ab ipso speculo.

II. Videbitur porro EC reflexa à conuexo BDX sub angulo ACX ; igitur sub minore, quàm reflexa à speculo plano $B\tau$, quia ACX est minor $AC\tau$, pars scilicet toto; & si producat OT , in E , assumpta OP æquali OE videretur E in P , eruntque EP , TX parallelæ, ut patet, cum TE sit æqualis XP , & si PE diuidatur bifariam in Z , & ducatur ZO hæc erit tangens & perpendicularis in AOV ; nempe angulus ZOE est æqualis angulo ZOP & VOT æqualis

Propositio XXVIII.

71

æqualis VOC & hic AOP , igitur ZOP , COB æquales, igitur VOZ rectus. Hinc VA , TX , EP sunt parallelæ.

III. Pari modo, diuiso arcu OB in I , ductisque IVF , IC , producta in R , ita ut IQ sit æqualis IV & IK æqualis IF videretur punctum V in Q & arcus CVT in XQA ; est autem XQA arcus circuli, sub radio yA æquali AC , quod facile demonstratur, cum enim CX sit dupla CO & CQ dupla CI , & CA dupla CB , erit consequenter arcus XA duplus arcus OB , ut patet; hinc descripto ex y quadrante $YA\gamma$ erit, arcus AX æqualis arcui CV ; est tamen angulus VAC maior angulo ACX ; quia OC est maior OA ; videretur inquam sub eadem Hypothesi.

IV. Si verò obiectum sit. In a , assumpto aT , æquali TC & ducta ADT , tum $CD\mu$, æquali aDC , videretur in μ , eruntque $A\mu$, $\mu\gamma$ æquales: ducatur demum tangens $CM\theta$, sitque obiectum in θ , videbitur in θ , nec ultra θ positum videbitur reflexum ex C . prædicta verò $C\theta$ tanget quadrantem ABX in M , estque arcus MB 60. quia recta ducta ex A in M cadit perpendiculariter in MC , estque subdupla AC ; igitur angulus ACM est 30. & consequenter arcus MB 60.

V. Iam verò infinita puncta lineæ CE , etiam productæ in infinitum haberi possunt, in quibus si ponatur obiectum oculo semper statuto in C , habebuntur puncta reflexionis, v.g. ducta AV tum diuiso arcu OB bifariam in I , & ducta IVF , habetur punctum F in quo si ponatur obiectum, assumpta IK , æquali IF , videretur in K ; pari modo ducatur AT , diuisoque arcu DB in O , & ducta OTE ac demum ducta COP , sumptaque OP æquali OE , obiectum videretur in P , & recta CPE videbitur in AKP . est autem AKP curua, quæ primo aspectu conuenire videbatur cum circulo descripto ex centro β , sub radio βA æquali AC , sed nullo modo est circuli arcus; nam si supponatur

CE

CE in infinitum producta, ac proinde supponatur etiam A μ producta in infinitum, & diuidatur bifariam arcus XB in D, erit D punctum reflexionis, ut patet ex dictis.

VI. Hinc si ducatur CD μ in infinitum producta, quantumvis producat A K P, nunquam secabit C μ , quamvis ad illam propius semper accedat, eritque C μ producta A symptota curvæ A K P productæ, quæ primo aspectu hyperbole esse videtur, & fortè reipsa talis est, sed quia operosi negotij res est, nec præsentis instituti, in Geometrica adyta profundius excurrere, ut pote, qui breuem synopsis contrahendam suscepi, disquirendum aliis relinquo; accedit, quod pro diuerso punctorum obiecti & oculi situ, hæc curua mutatur.

VII. Ex iisdem principiis obiectum statutum in G videretur in R, & linea CG in curua AR, producta etiam in infinitum; at verò punctum H videretur in L, & punctum S, in M, & recta CHS in curua ALM, quæ qualis sit disquirere non vacat, cum sit altioris indaginis: dixi, videretur, ex data scilicet hypothesis, quod locus verus & locus visus, seu apparens obiecti à puncto reflexionis æquè distarent, ut sit in speculo plano, cum tamen reipsa non æquè distent, ut paulò post dicam. Hoc vnum constat, duas rectas COE cadere in tangentem ZO, nimirum in ipsum punctum contactus, ac proinde illarum aggregatum, cadentium scilicet in circulum ABX, esse omnium possibilium minimum; hinc assumpta diametro ellipseos, æquali aggregato EOC, & statutis focus eiusdem Ellipseos, in CE, ellipsis tanget circulum in O, id est, in ipso puncto reflexionis; hinc si solvatur hoc problema, datis focus ellipseos & circulo, describere ellipsim tangentem circulum datum, soluetur etiam istud, dato circulo & situ oculi & obiecti, inuenire punctum reflexionis.

VIII. Hoc problema nunquam huc vsque solutum est nec fortè in posterum Geometricè soluetur; possunt tamen, ut dixi, haberi infinita puncta in EC, GC, SC

Propositio XXVIII. & XXIX. 73

SC infinite productis, pro quibus in dato circulo ABX habentur puncta reflexionis. Mechanicè verò multis modis dictum punctum haberi potest, ille præ cæteris placet, quo filum ex EC demissum, ita adducitur versùs datum circulum, vt tandem illum tangat; ita enim describitur ellipsis; & cum de puncto tantùm agatur, longè faciliùs inuenitur, quàm si tota linea curua inuenienda esset; accedit, quod adhiberi potest opera singularis circini tricururi, ad describendam ellipsim, vno tractu, inuenti; sed iam ad alia venio.

PROPOSITIO XXIX.

SI stante obiecto immobili, oculus accedat propius ad speculum conuexum, idque per eandem lineam, ad punctum contactus terminatam, idem manet punctum reflexionis. Sit *Figur. 3.* enim centrum speculi A, arcus OM, obiectum in D, recta HD arcus HB diuisus bifariam in P, item OM in L; sint rectæ LH OBE, AOB, ADF, LI, LG, LK, LF; iam verò accedat oculus à puncto H, versùs speculum, per lineam reflexionis HL, haud dubiè stante obiecto in D, idem manet punctum reflexionis L, vt patet; idem fiet si per eandem lineam recedat à speculo; licèt autem non mutetur punctum reflexionis, accedente oculo per lineam reflexionis HL, augetur tamen angulus, sub quo videtur tota DR, statuto v.g. oculo in R, videtur enim DR sub angulo LRA, qui maior est angulo LHA, cui æqualis esset, si RA esset parallela HA: minuitur tamen arcus, quem illapsi radij occupant; contra verò, si oculus à speculo remoueat, per eandem reflexionis lineam LH, manet quidem idem punctum reflexionis, sed minuitur dictus angulus, & dictus arcus augetur.

Si autem oculus per lineam HMA, versùs speculum erat, obiecto remanente in D, & statuatur v.g. in I, non manet idem punctum reflexionis L; maneat enim, si fieri potest, sitque LI linea reflexionis, angulus

K

PLI est maior angulo PLH, totum scilicet parte; igitur maior angulo PLD; igitur angulus reflexionis maior angulo incidentiæ; igitur punctum reflexionis non manet in L; igitur assumendum est, seu versus O, seu versus M, non versus O, quia cresceret angulus reflexionis, & minueretur angulus incidentiæ; cum tamen hic crescere, ille minui debeat, ad seruandam æqualitatem; igitur versus M. statuendum est; vnde arcus, quem illapsi radij occupant, decrescit; angulus autem, sub quo videtur tota DI, omnino crescit; quia demus esse æqualem, igitur radius reflexionis ductus ab I ad punctum contactus esset parallelus HL, & si per dictum punctum contactus, ducatur parallela ALP, HL faciet cum illa angulum æqualem HLP, & ducta ab I ad punctum contactus, etiam æqualem; ducta tamen à D, ad punctum contactus, faciet cum ALP angulum maiorem, & multo magis cum ducta ab A, per punctum contactus; igitur anguli non essent æquales igitur radius reflexus ductus ab I non potest esse parallelus HL, multo minùs, magis ab eo distractus; vnde punctum contactus accedere propiùs ad L necesse est; & tandem sequitur, angulum, sub quo videtur tota DI, esse maiorem.

Si verò oculus remoueaturn à speculo, per lineam HA, & statuatur in G, contrarium accidit; nempe punctum contactus promouetur versus O; si enim maneret in L, angulus PLG minor esset PLD, vt patet, & multo minor, si punctum contactus accederet ad M; vnde versus O promoueri, necesse est; Hinc arcus ab illapsis radiis occupatus maior est, angulus tamen minor, sub quo videtur tota DG. Sit enim æqualis, si fieri potest, igitur radius reflexus ductus à G ad punctum nouum contactus, est parallelus HL; igitur cum PL, æqualem angulum faciunt HL & dictus radius, ductus à G ad punctum contactus; item æqualem, cum recta ducta per punctum contactus parallela ALP, & cum hac etiam æqualem DL; at verò minorem

Propositio XXIX. & XXX. 75

norem, ducta à D ad punctum contactus, & hæc adhuc minorem, cum ducta ab A, ad punctum contactus, cum qua tamen ducta à G ad punctum contactus maiorem facit, quàm cum AP, aut illi parallela; igitur anguli non sunt æquales; igitur radius reflexus ductus à G non potest esse parallelus HL, multo minùs magis ab eo distractus; igitur versùs L punctum contactus accedere, necesse est, ac proinde minor est angulus, sub quo videtur tota DG.

Eadem omninò demonstrari debent, eodemque modo applicanda, si oculo immoto obiectum accedat ad speculum, siue per DL, siue per DA, vel per alterutram, ab eodem speculo remoueat; nam perinde est, siue obiectum in situ oculi, siue hic in situ illius collocetur. Si verò tum oculus, tum obiectum simul accedant, vel simul recedant, per lineas HA, DA, idque proportionaliter, id est, ita vt sint semper in linea parallela DH, erit idem punctum contactus L, idem arcus occupatus LM, sed crescit angulus, sub quo videtur tota DH, si accedant; decrescit, si recedant; si verò alterum accedat, alterum recedat, procedendum est, vt *suprà*; at si vtrumque accedat, vel recedat per lineas HL, DL, manet idem punctum contactus, crescit angulus & minuitur arcus ab illapsis occupatus, si accedat, hic verò crescit, ille decrescit, si recedat; vno demum accedente, & altero recedente, procedendum est vt *suprà*.

PROPOSITIO XXX.

Quò speculum erit maioris sphaeræ, eò maior arcus secundum quantitatem à radiis illapsis occupatur, minor vero secundum proportionem; quia arcus maioris sphaeræ ad lineam rectam propius accedit, sed radij illapsi maius segmentum occupant in speculo plano, nimirum in linea recta; quàm in curua, vt patet ex dictis; hinc linea recta dici posset arcus circuli infiniti; dixi secundum quan-

titatem, non secundum proportionem, quia demus arcum occupatum in circulo paruo esse grad. 20. erit minor grad. 20. in circulo maiore, vt patet; videtur autem maius obiectum in speculo sphaerae maioris, quam minoris; cuncta haec perspicua sunt ex iis, quae *supra* diximus; semper tamen maius representatur in speculo plano, quam in quolibet conuexo, cuiusuis tandem sphaerae sit: hinc obiectum in speculo minimae sphaerae ad instar puncti videtur.

PROPOSITIO XXXI.

Ex his facile rejicitur id, quod à nonnullis Recentioribus assertum fuit, nimirum, si luna speculum tersissimum esset, solem non visum iri ab oculo, in tanta distantia collocato; *Figur. 59.* nempe supponamus lunae centrum A, & arcum superficiei ML, tum rectam AH productam vsque ad centrum disci solaris, & AL ad extremam diametrum; erit MAL angulus, quem sustinet semidiameter disci solaris, minorum circiter 15. si statuatur oculus in I, ita vt angulus MIL aequalis sit angulo MAL, erit MI physicè aequalis MA, ac proinde si luna esset speculum tersum, oculus ex I videret solis semidiametrum sub angulo MIL scilicet 15. min. ac proinde sub aequali angulo visione directa, & reflexa solem videret nimirum physicè; si verò oculus in terra collocetur, distetque à luna 57. min. semidiametris terrae, cum lunae semidiameter sit ferè subdupla semidiametri terrae, distantia oculi ab M erit 114. circiter semidiametrorum Lunae, igitur si ex I videt diametrum solis sub angulo 30. min. certè ex distantia 114. semidiametrorum Lunae, videbit solem sub angulo 15. secundorum: id est, sub aequali ferè angulo, sub quo videntur Syrius, Arcturus, & aliae primae magnitudinis stellae; aut saltem vt ad planetas veniam, quorum diametros faciliùs habemus, sub angulo illius subduplo, sub quo Martis perigaei diameter apparet; quis ergo in punctum solem reductum dicat.

PROP. XXXII.

PROPOSITIO XXXII.

Sphæricum & cōnexum speculum repræsentat obiectum ubi-
suis positum oculo ubiuis collocato, quia cum tot plana con-
tineat, (ut sic loquar) quot tangentes duci possunt, quid
mirum, si in dato obiecti & oculi situ, aliquod planum,
aliqua tangens, aliquod punctum sit in conuexo spe-
culo, à quo secundum æquales angulos, reflexio fiat:
Hinc superficies, quæ constat ex sphæralis, à singulis
ad oculum ubiuis positum radium reflectit, & si sphæ-
rulae sunt continuæ ad instar punctorum, radij reflexi
erunt physicè continui; hinc fortè albedo: considera
quæso spumam eo certè candidiorem, quo illa constat
ex pluribus & minoribus sphæralis.

COROLLARIA.

Ex dictis multa colligere & in vnum quasi congerere
possumus, eaque iucunda iuxta atque abstrusa.

I. Visum, seu apparentem obiecti reflexi locum mi-
nùs distare à puncto reflexionis, quàm verum locum:
sit enim conuexum quadrans ABX sit alius quadrans
 $AC\beta$. Sit punctum quodlibet S , in quo sit verus ob- Figur. 58.
iecti locus; sit oculus in C , sit I punctum reflexionis,
sintque SI , & CI , producta usque ad SA , quam
fecat in y ; obiectum videbitur in y ; est autem yI
minor SI ; quia quantumvis IS producat in infini-
tum, punctum reflexionis semper erit in I , & loci vi-
si distantia yI .

II. Quod autem locus visus sit y , facile pro-
batur; nempe sit AZS , S est in communi sectio-
ne IS , ZS , & Z videtur in Z , I verò in I igitur
 S in communi sectione Zy , Iy ; igitur visus lo-
cus est y .

III. Hinc obiectum, quod videtur intra speculum nunquam apparet ultra centrum speculi, in quacumque distantia statuatur: sit enim oculus in D obiectum in C ducantur DA, CA, & sit A centrum speculi, sit quodlibet punctum reflexionis in arcu GB, per quod si ducatur à D radius visorius productus secabit CA inter AC, & nunquam cadet in A, etiam assumpta quacumque distantia, ut patet.

IV. Hinc obiectum infinitum per reflexionem finitum apparet; supponatur linea CT infinita, itemque A β , & HS. videbitur intra speculum sub angulo ACI, & punctum lineæ infinite distans videbitur in X; nempe quacumque linea recta ducta ab A faciens angulum cum A β , secat lineæ CT segmentum finitum; igitur si supponatur CT infinita, linea ducta ab A concurret cum A β infinite producta; igitur punctum infinite distans videbitur in X; linea porro infinita IS contrahetur in finitam IX; & quod mirabilius est, infinita X β contrahetur in punctum X; segmentum porro IS lineæ prædictæ infinitæ contrahitur in Iy, & in totam Iy, dempto ultimo puncto X, segmentum finitum infinitæ IS; ultimum punctum exhaurit infinitatem.

V. Quò accedit oculus propius ad B punctum reflexionis, in quod cadit radius directus, parallelus semper SI, supposita linea infinita, accedit propius ad B; si autem BP sit arcus 45. grad. incidet semper supra P, nisi oculus infinite distet à B; cadat enim directus in P, parallelus scilicet SI, reflexus erit parallelus AC, igitur nunquam perueniet ad oculum, nisi hic infinite distare supponatur; in qua hypothese, linea infinita parallela CT, contraheretur in rectam A θ , demissa scilicet P θ , parallela β A.

VI. Licet non possit haberi punctum K, locus scilicet in quo videtur obiectum C, oculo statuto in C, tamen haberi potest punctum propius & propius ad illud accedens; ducta enim DA, diuisoque GB bifariam,
&

& per punctum diuisionis ducta ex C recta, secat DA in L: pari modo, diuiso arcu DC, & ductis, vt supra, lineis, habebitur punctum inter LK, itemque aliud & aliud, quod accedet propius ad K; si verò C accedat propius ad B, K etiam accedit propius ad B; vbi verò C amouetur longius à B, K accedit propius ad A; nunquam tamen perueniet ad A, nisi C à B infinitè distare supponatur.

VII. Visus locus aliorum punctorum circuli ACB haberi potest; v.g. sit punctum F, ducatur FIA, tum diuidatur IB bifariam in G, erit punctum G punctum reflexionis; & si per G a C ducatur recta, eaque producat, donec cadat in FA, scilicet in O, erit O locus visus puncti F; pari modo locus visus puncti S erit y; puncti R, erit a; denique si ducatur tangens CZ erit γ locus verus & visus, hinc si per puncta KLO a y γ ducatur curua, arcus CS γ per reflexionem visus, intra speculum, ibit in curuam KLO a y γ. pro qua etiam innumera alia puncta haberi possunt.

VIII. Quenam verò sit linea K y γ vix definiri potest; dico tantum, productis radiis directis & reflexis v.g. SI, CI donec cadant in radios, seu semidiametros AS, AC, segmenta IH, I y fore semper æqualia, vt patet: pari modo, haberi possunt omnia puncta, seu locus visus cuiuslibet puncti rectæ CT in infinitum productæ; nempe obiectum C videtur in K, D in M; E in N, T in u; licet enim D lineæ CT, ferè conueniat cum D arcus CDF, E tamen multum distat ab F, & T ab R, & multo plus alia puncta ultra T sita qualis autem sit linea curua KMN VX, indagare non vacat, erit autem diuersa pro diuersa distantia puncti C, à puncto B, vt patet.

IX. Tanta esse potest oculi ab ipso speculo distantia, vt angulus visorius sensum effugiat; ille porro est hoc loco angulus visorius, quem arcus speculi ab illapsis occupatus, vel illius chorda sustinet, cuius apex, seu vertex in oculo statuitur.

X. Hinc

X. Hinc quò propius ad speculum conuexum quispian accedit, explicatiorem vultum intra speculum aspicit, contractiorem verò, quò longius ab eo recedit; hinc propter huiusmodi contractionem, maior obiecti campus reflectitur; hinc totum se homo intra speculum videt; vnde aliqui gestus suos dicendo hac arte componunt.

XI. Quia verò linea recta reflexa, vt dictum est *suprà*, tantulum incuruatur, partes supremæ & infimæ vultus se se intra speculum aspicientis, item laterales, in orbem quasi retrorsum porrigi & incuruari videntur; huius autem luculenti experimenti ratio patet ex dictis.

XII. Si obiectum sit rectum, vt CT, mage curvum apparet intra speculum, quàm omnino curvum, vt arcus CR; nempe KNV, curuior est quam KOY; si autem vel CT incuruetur, seu lunetur, in partes scilicet oppositas, vel CE tantulum inclinetur versùs CI, ita statui potest, vt reflexi ad lineam rectam parallelam CE terminentur ex quibus ratio deformandi, ac reformandi imagines perspicuè intelligitur.

PROPOSITIO XXXIII.

Figur. 60. *Quæcumque ad speculum cavum sphericum pertinent, explicantur.*

I. Sit centrum A, in quo sit oculus, sit obiectum IO, videtur sub angulo CAK; ducatur enim IE, tum AE perpendicularis, reflectetur per EH; sed H est supra oculum A; sit alius radius ID, sit perpendicularis AD, reflexio fit per DG; G autem est infra A; idem de omnibus aliis punctis dicendum est, tum *suprà*, tum *infra* K; igitur punctum I necessariò videtur per IK, vel AIK, quæ est perpendicularis; nempe omnes radij incidentes à puncto I in arcum speculi cavi *suprà* K, reflectuntur *suprà* centrum A; *infra* verò incidentes in arcum *infra* K; quia I videtur tantum

tantum per IKA perpendicularem; idem dico de radiis incidentibus à puncto C ; igitur obiectum IO ab oculo A , reflexum à cauo $EF C$, videtur sub angulo CAK ; nec sub maiore, aut minore videri potest.

II. Hinc si obiectum accedat propius ad oculum A , maius videbitur, per reflexionem; quia scilicet sub maiore angulo, nempe basis IO trianguli IAO , quo propius accedit ad oculum A , seu verticem dicti trianguli, maiorem angulum sustinet; si verò obiectum IO accedat propius ad speculum cavum, minus apparet, propter oppositam rationem.

III. In hoc situ, obiectum videtur per reflexionem in situ recto, ut patet; videtur enim per visionem reflexam in eodem situ, in quo per directam; per hanc autem videtur in situ recto: apparet etiam extra speculum, in medio aëre, id est, in ipsa distantia IO , ut patet ex dictis.

IV. Si oculus sit in A , centro speculi, inter speculum & obiectum, positum in LM , ductis LAC , MAK , obiectum videtur sub angulo CAK , scilicet per eosdem perpendiculares AC , AK , propter rationem iam adductam, quæ in hoc æquè militat; hinc nec sub minore, nec sub maiore angulo videri potest LM , ab oculo in centro A posito; quia per radium perpendicularem, ut iam ostensum est videri dumtaxat potest; quò verò LM accedit propius ad A , sub maiore angulo videtur; sub minore verò, quò longius ab A recedit: videtur tamen LM in situ everso, perinde atque si L videretur in O , & M in I , scilicet, extra speculum; denique siue ex A describatur circulus sphaeræ maioris, siue minoris, videntur LM , & IO sub angulo æquali, modò scilicet oculus & obiectum in iisdem locis maneant.

V. Stante verò obiecto in IO , oculus à centro A , versùs speculum accedat, putà in G , angulus, sub quo videtur obiectum, minuitur; sint enim duo anguli ADG , ADI æquales, obiectum IO ab oculo sito in

L

G, videbitur sub angulo DGT; sed hic potest esse minor angulo KAC; nempe angulus DGF, subduplus anguli DGT, continet angulos ADG, & DAF; pari modo angulus KAF, subduplus KAC, continet angulos DAF, & DAK; sed DAK est maior angulo ADI; quia DI est maior AI; igitur in triangulo AID, DI sustinet maiorem angulum, quam AI; cum igitur angulus KAF subduplus, sit maior DGF, subduplo, totus KAC est maior toto DGT; sito porro oculo in quolibet alio puncto inter GF, idem demonstrabitur.

VI. Si tamen IO versus speculum ita promoueat, ut IA sit æqualis rectæ ad punctum reflexionis ductæ, in eo casu, prædicti anguli visorij erunt æquales; & si hæc sit minor IA, ut fieri potest, angulus sub quo videbitur ex G, maior erit angulo, sub quo videbitur ex A, & hæc est regula vniuersalis; utrum vero inueniri possit punctum illud, in quo tum obiectum, tum oculus statui debet, ut æquales sint anguli DGF, KAF, existimo, inueniri posse.

Figur. 61.

VII. Sit centrum circuli A, sit obiectum IO, & recta BAD, perpendicularis in IO, cui sit EIP, parallela; sit BC æqualis BA, & per punctum C ducatur BCF; tum AF, & statuatur obiectum in MN, sumptaque AG æquali AM, ductisque AE, GE, MG, his positis, FAD est duplus FBD, estque AE æqualis BC; igitur CE, BA iis æquales; igitur anguli ABC, EAD, AFC, FAE, æquales; igitur cum AEM, EAD æquales sint, & hic æqualis FAE, sequitur AEM, EAM, item AEG, EAG esse æquales, ac proinde EGD, qui continet duos AEG, EAG, æqualem esse FAD, qui continet duos EAFG, EAD; Hinc si oculus ponatur infra G, angulus maior euadet, si supra, minor.

Figur. 60.

VIII. Stante obiecto in IO, si oculus recedat à centro A, versus P, sitque v. g. in H, sintque anguli AEI, AEH, æquales, videbitur IR, sub angulo FHE;

Propositio XXXIII. 8;

FHE; angulus porro FAE continet angulos FAK, & EAK, item FHE & AEH, æqualem AEI; sed hic est minor EAK; quia IE est maior IA; igitur angulus FHE est maior angulo FAK; ubi AI est minor IE; æqualis verò, si vtraque æqualis, minor demum; si AI maior est.

IX. Si obiectum sit in LP, & oculus extra centrum Figur. 62.
K, & primo quidem versùs B, ad speculum accedat, putà in I, sintque anguli KEL, KEI æquales, à puncto dumtaxat E reflectetur ad I radius profectus ab L; non enim à puncto D; alioquin oculus esset in K; non ab arcu DB; quia radius reflexus ab aliquo puncto arcus DB terminatur supra K; non à DE, quia radij à DE reflexi terminantur quidem infra K, sed supra I, vt infra I, reflexi ab EF; sit enim punctum X; ducantur LX, KX, IX, cum linea LX accedat propiùs ad K, ita & linea RX, vt seruetur angulorum æqualitas, iuxta communem tangentium doctrinam; neque hoc difficile foret, demonstrari; sed ne longiùs quàm par sit, in Geometriam excurram, iam dicta sufficiant: si verò sit oculus in N, sintque anguli KON, KOM æquales, videtur obiectum MP sub angulo ONB prioribus minore; quò longiùs autem oculus recedet à centro K, versùs P, eò prædictus angulus minor erit, & obiectum everso situ videbitur, vt patet: prædicti porro anguli faciliè componuntur.

X. Sed aliquid Geometriæ adhibendum est; sit centrum speculi A; sit obiectum B, oculus H, punctum reflexionis E; & supponatur integer orbis descriptus, vt vides; ductæ item BE, AE, HE, anguli AEH, AHE sunt æquales, sed CAE continet vtrumque, estque BEA æqualis AEH; igitur BAE continet bis BEA, estque angulus BAE 60. vt patet; sit autem quodlibet aliud punctum F, infra E; haud dubiè angulus BAF non est duplus anguli BFA; quò enim BF reuoluta circa B, accedit propiùs ad BC, & AF, ad AC, accedit propiùs ad æqualitatem cum BC; &

angulus, quem facit, cum AF reuoluta, accedit propius ad æqualitatem, cum angulo, quem AF, vel AD facit cum BA, atque ita, ut angulus BAE est duplus anguli AEB, ita BAF est minor duplo anguli BEA, & angulus BAD longè minor duplo anguli BDA; hic enim est ferè æqualis; igitur posito puncto reflexionis in F, & obiecto in B, oculus non potest esse in H; nempe angulus AFH, est subduplus anguli BAF; igitur minor angulo BFA; sit æqualis AFI; igitur oculus erit in I; igitur si assumatur punctum reflexionis infra E versùs C, oculus debet remoueri ab H, versùs I.

XI. Si autem assumatur HN, æqualis HC, & supponamus BD æqualem esse BA, licet paulò maior sit, ac proinde triangulum ABD isosceles, & angulos BAD, BDA æquales, & consequenter CBC duplum BAD, est autem BAD, vel BDA duplus anguli AHD, vel ADH; assumatur HN, æqualis HD, ducaturque ND, angulus ADN, erit minor angulo BDA, $\frac{1}{4}$ huius; nempe AHD erit duplus anguli HND, vel HDN; igitur angulus ADN continebit angulum ADH, subduplum BDA, & angulum HDN subduplum ADH; igitur ad BDA est ut 3. ad 4. si autem in CN promota accipiatur adhuc alia æqualis ND, & adhuc alia maior, atque ita in infinitum; cum angulo ADH subduplo anguli BDA, accedat tantum subduplum illius, quod deest ad æqualitatem, cum BDA, nunquam hæc subdupla constituunt vnum integrum; nam primum deest $\frac{1}{4}$ anguli BDA; tum $\frac{1}{4}$. tum $\frac{1}{8}$. tum $\frac{1}{16}$. atque ita in infinitum, sed nunquam hæc vnum integrum faciunt.

XII. Si verò punctum reflexionis sit in K, oculus erit in L; eritque HL æqualis LA, ut patet; si assumatur punctum M, oculus erit infra L, puta in O; nam angulus AML est maior angulo ABM, ut patet ex dictis; & ut angulus BAF est minor angulo duplo anguli BFA, ita angulus BAK est maior duplo anguli AKB, & C; hinc quò punctum reflexionis accedet

accedet propius ad H, oculus accedet propius ad A. Hinc HEB sunt longior diameter ellipsos, tangentis circulum in E, cuius foci sunt HB; hinc composita ex HFB est minor composita ex HEB; idem dico de aliis compositis: hinc egregium problema, dato circulo, ab eodem periphæriæ puncto ita ducere diametrum, & subtensam, & ab huius extremitate, perpendicularem in eandem diametrum, ut composita ex eadem subtensa & dicta perpendiculari, sit omnium possibilem maxima, quam habeo in HEB, ut & minimam, in HC.

XIII. Sit verò obiectum in I, & oculus in linea BS, producta; ducatur AID, statuto puncto reflexionis in D, *Figur. 64.* oculus erit in A; statuto verò inter BD, puncto reflexionis, oculus erit infra A, versùs B; sit verò IRQ, ita ut AR, sit æqualis RQ, oculus erit in QT, parallela BS; hinc statuto puncto reflexionis inter BQ, radius reflexus non potest cadere in BS. ut autem oculus statuatur in S, ita ducatur IV, ut angulus VAX, sit duplus anguli AVX, tunc enim anguli AVI, AVS, erunt æquales: iam verò producat IA in Z, statuto puncto reflexionis inter VZ, oculus statui debet inter SA, infra verò A, si punctum reflexionis statuatur inter ZS; si demum inter DS, oculus erit inter AS.

XIV. Hinc quædam ludicra caui speculi opera præstari queunt nam 1. si penna ita applicetur in axe speculi, ut rostrum speculi centro adhæreat, videtur ad instar arboris, ab oculo, in eodem axe collocato; ratio patet ex dictis. 2. manus apposita manum quasi proiectam extra speculum stringere videtur. 3. Duo item quasi rudibus ludere videntur, micatque gladius extra speculum. 4. eadem arte in scena multa ludicra representari possunt, sed amplissimum speculum esse oportet; quæ omnia ex præmissis demonstratis facile petuntur.

PROPOSITIO XXXIV.

Explicantur quæ ad speculum cavum vstorium pertinent.

I. Si ponatur ignis in centro circuli, omnes radij reflexi colliguntur in eodem centro; ratio clara est; quia ut radij directi sunt omnes perpendiculares, ita & reflexi; igitur ut hi à periphæria ad centrum, ita illi à centro ad periphæriam eunt; observo tamen, nostrorum ignium vim reflexam longè minorem esse directâ; quia minima vis caloris in pura qualitate diffunditur, ut à sole fit, sed in ipso igneæ materiæ profluio; quare ad speculum vstorium solis dumtaxat radios adhibemus, eosque parallelos speculo incidere supponimus, licet omnino paralleli non sint, sed propter anguli tenuitatem, pro parallelis accipi queunt, singulis scilicet caui speculi punctis incidentes.

Figur. 65.

II. Sit ergo cavum speculum sphæricum centro A; sint paralleli radij incidentes QB, SD, HE, GF; ducantur rectæ AD, AE, AF; assumptisque æqualibus subtensis FL, EM, DN, ibi erit focus luminis, ubi plures radij reflexi coeunt, saltem physicè in AB.

III. Nullus radius reflexus secat rectam AB supra punctum K, quod diuidit bifariam AB; sit enim v. g. radius directus HE, & arcus BE 30. grad. tum ducta EM, secans AB in O, angulus AEO est æqualis angulo AEH; & hic æqualis angulo EAB; igitur triangulum AEO est isosceles; igitur OE OA æquales; igitur OI perpendicularis secat bifariam AE; idem de triangulo, ODA demonstratur; est autem AI, ad AO, ut radix quadrata 48. ad radicem quadratam 64. id est, proximè ut 7. ad 8. igitur radij reflexi à punctis ED, secant AB infra K; supra O verò, omnes reflexi ab arcu EB, ut patet; si autem arcus BD supponatur æqualis DE, plures radij paralleli cadunt in arcum BD, quàm in DE; vnde non mirum

Propositio XXXIV. & XXXV. 87

mirum est, quod focus luminis accedat propius ad K, quàm ad O.

I V. Hinc definiri potest radius sphaerae, vt ad datam distantiam focum luminis projiciat; debet enim radius esse minor duplo praedictae distantiae; vnde videre est, quàm ingentis sphaerae speculum illud esse debeat, quod ad mediocrem distantiam focum projiciat: vt autem habeatur radius reflexus, qui cadit in B, assumatur BZ, arcus 60. grad. sitque GZ parallelus directus, reflexus erit ZB; ex his reliqua facile intelligentur.

PROPOSITIO XXXV.

Explicantur, quae ad conuexum, cylindricum, prismaticum, conicum pertinent.

I. Sit quadrans cylindri BIAOE, obiectum HG, Figur. 66. oculus in H, punctum reflexionis F, radius directus GF, reflexus FH, angulus, sub quo videtur obiectum, OHF, sit erecta HL, & statuatur oculus in L, sit HN radius directus, reflexus LN, directus GP, reflexus PL, sunt PF, NO parallelae HL; sed FP est breuior quàm ON; quia cum planum LNP non sit parallelum OHF sed inclinatum, est enim planum visorium, non secatur cylindrum in circulo, sed in ellipsi, vt patet; igitur FP est breuior quàm ON, cui tamen est parallela, vt patebit ex dicendis *infra num. 5.*

II. Si producantur HO, HF, item LN, LP, haud dubiè concurrent, scilicet LN cum HO, & LP cum HF, erit segmentum HO intra speculum apparens, æquale ipsi HO; planum porro visorium NLP, productum, donec secet planum OKE, secatur illud in linea recta, vt patet *ex Elementis*; imò statuta HO æquali OE, quæ est semidiameter basis cylindri, LN producta caderet in E, LP verò in aliquod punctum KE; vt *supra* demonstratum est, cum de speculo plano: imò si supponatur alius quadrans cylindri, productis AB, KE,

&

& ab L, in eodem plano visorio N P L ducatur, & producat recta faciens angulum cum LN, æqualem angulo NLP, secabit dictum planum productum, planum basis in linea recta KE, producta; nempe LP & alia lateralis ad segmentum intra speculum æquè immersum; sed hoc fieri nequit, ut constat, nisi sectio utriusque plani sit KE producta, vel ipsi parallela, si punctum H vel ad speculum propius accedat, vel ab eo recedat longius.

Figur. 67. III. Hinc petitur solita praxis deformationis imaginis reflexæ in speculo cylindrico; sit enim speculum planum in situ verticali erectum in He sitque imago probè depicta in quadrato horizontali m T, oculo erecto in m, assumptisque HG, Hm æqualibus, item HQ, HB, quadratum m T cum imagine, videbitur per reflexionem in quadrato GC: Iam verò sit quadrans basis cylindri GDH, ducanturque m K, D m, IC, tum GI, FK productæ, assumaturque angulus R K n æqualis R K m, item LIR æqualis L I m, sumptaque K n æquali KD, descriptoque ex F, arcu m n, I sumpta item IP æquali IC, descriptoque ex A arcu QP; dico, quod trapezium m QP n, oculo erecto in m, per reflexionem factam in cylindrico conuexo, statuto in GHD, videbitur ut quadratum GC, seu m T; nempe m & Q sunt puncta communia quadrati & trapezij b verò quadrati, per reflexionem, à speculo plano sito in He apparet in D, & T in C; atqui n per reflexionem à conuexo HD videbitur in D; P autem similiter reflexum à conuexo HD videbitur in C, totum igitur trapezium m QP n apparet ut quadratum GC.

IV. Hinc si imago quæpiam depingatur in quadrato m T, ductisque d O, Zy, pari modo diuidatur trapezium, ducta recta SR, diuidente bifariam arcus QP & m n, diuisisque bifariam P n SR Qm, in V a Z, per tria puncta V a Z describatur arcus V a Z transferanturque partes imaginis, quæ insunt quadrato QX in

in trapezium Qa , & quæ insunt quadrato ZO in trapezium ZR , quæ quadrato dy , in trapezium SV quæ demum quadrato Xb , in trapezium an ; & si diuidatur quadratum Qb in 16. quadrata æqualia, diuidatur trapezium Qn in 16. trapezia, & pars imaginis, quæ inest cuilibet quadrato, in trapezium homologum transferatur; hæc praxis ex supra dictis demonstrata restat.

V. Geometricè hæc constructio demonstratur ducta enim recta mn , diuisaque bifariam per lineam rectam productam, hæc secat QP in F ; hoc est, centrum arcus mn : pari modo habetur centrum A , scilicet centrum arcus QP ; illud demum obseruandum est, pro diuersa, tum oculi, tum obiecti distantia, depictam in trapezio imaginem magis, vel minus deformem depingi, licet videatur per reflexionem, prout probè depicta est in quadrato Qb vt constat ex dictis; quò verò minor erit basis cylindri eò deformior dicta imago depingetur: porro oculo erecto in m , etiam ad quamcumque altitudinem, eodem modo videtur, sit enim triangulum CED , in plano horizontali, sit CA erecta, ducanturque BE , BD , item AE , AD erectisque duabus GNO , ductâ priùs GO , parallelâ ED , erunt etiam NM , FI , GO , æquales & parallelæ; nempe vt CE , ad CG , ita AE , ad AN ; sed vt AE ad AN , ita ED ad NM , ita ED , ad GO ; igitur GO , NM sunt æquales; idem de ipsa FI probabitur; igitur quantumuis erecto oculo supra M , in priore figura, planum visuale terminabitur ad eandem lineam; ex quibus demonstratum restat, id quod innuimus *num. 1.*

Figur. 60.

VI. Si prisma cylindri loco assumatur, eadem ferè praxis erit; sit enim oculus in A speculum planum LC , cathetus AL , obiecti pars AQ representatum in DH ; sit facies polygoni LK , item LV & ducantur $A d H$, $A b H$, ductisque GF , PN diuidentibus bifariam DH , MR , ducantur AIG , AOF , assumptoque angulo $K d X$, æquali $A d L$,

M

Figur. 59.

& recta dX , æquali dH , punctum X , ex quo radius directus Xd in faciem LK , reflectitur per dA & videtur in H , ut patet ex dictis; assumpto item angulo Kby , æquali AbL , & by æquali bH , punctum y videbitur in b ; pari modo habebitur angulus KIZ , æqualis AIL , & KOa æqualis AOL ; sumptaque ZI æquali IG , & Oa æquali OF , videbuntur Za in GF , ac proinde rectangulum Xa videbitur in HF , igitur ut Qn reflexum à speculo plano LC videtur in HF , ita Xa reflexum à facie LK videtur in HF , scilicet oculo sito in A : si autem producat XZ in S , & ya in T , ut vides, totum rectangulum TX videbitur in HE ; quemadmodum AQ videtur in GH ; nimirum AQ reflexum à speculo BLC , XT verò reflexum à facie polygoni LK .

VII. Cum TS videatur per $ALDE$, debet TS producta cadere in L , ita ut angulus ALt , sit æqualis SLK , hinc LA , LS , sunt æquales; itemque LR , LX ; unde praxis indicata facilius redditur; si autem producantur mQ , AR , dextrorsum, versùs QR , & sinistrorsum, versùs A m promouebitur praxis, iuxta leges suprà præscriptas, eruntque quatuor rectangula separata, in quibus illæ partes imaginis seorsim depingentur, quæ coniunctim in magno rectangulo, prout à speculo plano LC , representatur, depictæ sunt, seruât dumtaxat rectangulorum homologorum ratione: deformitas in eo posita est, quod eadem imago ita in plures partes diuisa sit, ut nulla inter rectangula, in quibus depictæ sunt, vnio intercedat; tot denique distincta & seorsim posita erunt rectangula, quot in polygono facies: eadem praxis adhiberi potest, etiam si cathetus cadat in polygoni faciem, imò in ipso polyoptro eadem prorsus ratio militat, ut consideranti patebit quare non vacat repetere.

VIII. In conuexo conico eadem ferè praxis adhibenda est: sit enim quadrans basis Coni FHA , cen-

Figur. 68. trum basis A , axis conici AB , latus FB , GB , HB , sit quodlibet

Propositio XXXV. 91

quodlibet obiectum IM , sit radius directus ID , reflexus DC , ac proinde anguli FDI , BDC æquales; sint etiam DI , DN æquales, punctum I videbitur in N , pari modo statuto IM arcu concentrico FH , ducantur ME , EC' , certè ME , facit cum latere conici, GB angulum æqualem IDF , ut patet; idem dicendum est de reliquis punctis dicti circuli concentrici; unde NO est etiam arcus circuli, cum CN , CO sint æquales, cuius radius est NS ; si autem perficiatur circulus, cuius arcus est IM videbitur in circulo, cuius arcus est NO ; & si à vertice B ducatur recta secans AI productam, & faciens cum FB angulum æqualem FBA , vel CBK , punctum, in quo dicta linea secat AI , productam, videbitur in axe BA producto; eritque dicta linea æqualis axi, ad dictum punctum producto.

IX. Hinc si ab F ad dictum punctum ducatur recta, faciet triangulum cum FA , & dicto axe producto, quod si circa axem voluatur, gignet conum, ad cuius superficiem cauam terminabuntur omnes radij reflexi immerfi, v. g. DN , qui cum secant basim conici ut DN , in V , si describatur circulus sub radio AV , hoc sublato, in reliqua basi, videbitur imago per reflexionem, depicta in reliquo plano circuli descripti sub radio AF , dempto minore circulo sub radio AF , diuisoque, in utroque annulo, in partes homologas, mira erit deformitas imaginis depictæ, quæ tamen rectè formata representabitur; Cuncta hæc patent ex dictis imò si conico loco pyramidis adhibeatur, imago depicta deformior erit, nimirum in partes segregatas diuisa, ut *suprà* dictum est de prismate. Et verò producta BF in R , ductaque in eam perpendiculari, producta IRN , erunt IR , RN æquales, iuxta communes regulas speculi plani. Discrimen porro quod intercedit inter conum & pyramidem in eo positum est, quod imago reflectenda depingitur in circulis concentricis basi conici in cono, in pyramide verò depingitur in polygonis concentricis basi pyramidis.

M 2

X. Speculum cylindricum conuexum ratione longitudinis imaginis representandæ, conuenit cum plano, ratione verò latitudinis eiusdem, conuenit cum sphærico; hinc imago quò ad illas dimensiones quæ à rectis lineis cylindricis reflectuntur, scilicet axi parallelis, similis & æqualis illi est, quæ à speculo plano reflectitur, quo verò ad illas, quæ à circulis vel ellypsibus cylindri reflectuntur, maiores sunt illæ, quæ reflectuntur à cylindro, iis, quæ reflectuntur à plano v.g. arcus mn est maior recta mb , licet hæc à speculo plano representetur æqualis arcui mn , quatenus hic representatur à cylindrico, in quo rectæ mutantur in arcus, quò ad imaginem descriptam, arcus verò in rectas, quo ad imaginem representatam; & quod mirum, inæquales in æquales, & vicissim; Cuncta hæc ex dictis manifesta sunt, prout etiam varia plani visualis sectio cum ipso speculo; nempe in plano speculo est linea recta; in sphærico, est circulus, item in conico, statuto scilicet oculo in axe con; in cylindrico est ellipsis, in prisma & pyramide est polygonum; planum porro visuale, ut iam dixi illud est, quod angulo visorio continetur, & ad illius basim terminatur.

PROPOSITIO XXXVI.

Explicantur quæ pertinent ad caua cylindrica, conica, &c.
 I. Sit oculus in B, sitque rectangulum DC in quo imago qualibet depicta sit, sitque speculum planum HR, imago representabitur in MQ, eruntque HM, HB æquales itemque HP, HC, iam verò sit speculum cylindricum cavum HK, centro A, & ad puncta IL, in quibus BNBQ secant arcum HK, ducantur rectæ AI, AL, sitque angulus ALF æqualis ALB; item AIG, æqualis AIB, sitque LF æqualis LN, & IG æqualis IQ, ducanturque arcus BF, CG, eodem modo, quo supra dictum est,

mm.

Propositio XXXVI. 93

num. 3. & 5. ac demum diuidantur trapezium BFGC, & quadratum BE in partes homologas, & traducantur partes imaginis ex quadrato in trapezium, eo modo, quo *supra* dictum est, & habebitur intentum imaginis reflexæ.

II. Si autem statuatur oculus in centro speculi vel potius in axe cylindri, res adhuc melius succedet; sit enim arcus basis FG, centrum A, speculum planum *Figur. 71.* Fn, sint duo arcus BL, DI, hic quidem sub radio RD, æquali AP, ille verò sub radio RB, æquali AQ, sit demum oculus in A, figura BLID, representabitur intra speculum in QOKP, nimirum L in O, & I in K, iam verò ductis AO, AQ, & arcibus QO, PK, statutoque in FG speculo cauo cylindrico, & oculo in A, ductis demum arcibus BC, DE, trapezium CBDE, representabitur intra speculum, vt trapezium PKOQ; nempe B videtur in Q, D in P, C in O, E in K; igitur totum CBDE in PQOK; hinc si describatur imago in trapezio, BDIL, quod diuidatur bifariam in TX, traducanturque partes imaginis in BCED, seruatis, vt *supra* dictum est, partibus homologis, imago deformis depicta in CBDE, rectè formata videbitur in PQOK: Cuncta hæc constant ex dictis.

III. Si obiectum ad oculum propius accedat, vel ab eo recedat, mutabitur deformitatis ratio, vt patet; item si oculus statuatur inter centrum & speculum; item si obiectum cum oculo; seruatis autem præscriptis *supra*, & demonstratis regulis, imago deformis in rectè formatam, per reflexionem commutatur; multa denique omitto, quæ ex dictis facillè intelligentur.

IV. Prisma cavum etiam adhiberi potest; sit enim latus basis EC semilatus AC oculus in G, speculum *Figur. 72.* planum AI, rectangulum GZ, AQ, AG, æquales, item AR, AL, ducatur GCT, sitque angulus DCO æqualis ECG, & CO æqualis CE, sit GEX, & angulus CEm æqualis FEG, & Em æqualis EV. Sit etiam CP æqualis CT, & En, æqualis EX; connectantur OP, Om, nm, nP, item Zy; dico, trapezium On

esse æquale trapezio $GyHK$; nempe QS sumpta est æqualis HG , ac proinde TR æqualis LK ; igitur ST æqualis HK ; igitur trapezium On superpositum trapezio HZy conueniet; nimirum OP cum HK , Om cum Hy , KZ cum nP & mn cum yZ ; igitur depingatur imago in trapezio $GLZy$, & transferantur partes imaginis depictæ in trapezio HZ in trapezium On , seruiatis Regulis suprâ præscriptis de partibus homologis, adhibito speculo ECA , videbitur imago integra in $QRXV$; debet autem produci CA in d , & duci da alterum scilicet latus polygoni, erectis in Ecd tribus speculis planis, erecto item oculo in G : debet etiam praxis perfici dextrorsum, eodem modo quo sinistrorsum peracta est; & ne prisma simile & æquale GK , quod fiet dextrorsum confundatur cum prismate mP , illud enim reflectitur à Cd , hoc verò à CE , angulus polygoni, scilicet ECA tantulo obtusior sit, oportet. Deformatas imaginis in eo posita est, quod partibus segregatis insit, tribus quidem, sit sint tres facies, vt in hoc schemate EC , Ed , da , si verò essent 5. facies, imago in 5. partes scinderetur.

V. Conicum cavum eodem ferè modo adhibetur ad expungendam imaginis depictæ deformitatem; sit enim latus conici CH , radius basis DH , circa CD voluatur CH , hæc describet superficiem conicam, secetur frustum conici ACX , promoueantur CD , DH , ducatur BAm , & angulo CAB sit æqualis HAE , ducantur etiam BIL , BOK , & angulo CIB sit æqualis HIF , item COB sit æqualis HOG ; describantur quadrantes concentrici, mV , LT , KS , HR , GQ , FP , ER ; producantur etiam AE , IF , OG , sintque am , ay æquales; item IL , IZ ; item $OKOa$, ducantur my , $LZKa$, quas secat perpendiculariter & diuidit bifariam CH producta, cum sint triangula Ifofcelia AMy , ILZ , OKa , vnde Ha est æqualis HK , & HZ , HL , Hm demum ay ; vnde $HaZy$ est recta.

VI. Sit ergo oculus in B , sit radius ya , cadens in
latus

Propositio XXXVI. & XXXVII. 95

latus HC conij, reflexus erit BA^m ; sit directus ZI , reflexus erit AIL ; sit directus AO , reflexus erit BOK , vnde si ducatur HyT voluaturque circa DT , describetur superficies conij, in cuius cavitare, resecto frusto yTS , si depingatur quælibet imago, videbitur in plano contento intra conuexam peripheriam basis conij, & circulum sub radio P^m ; eruntque partes homologæ depictæ imaginis, quæ valde deformis erit in cavitare conij; rectè tamen formata videbitur in dicto plano: depingi etiam poterit imago in basi conij, sunt enim annuli homologi, nimirum EFp^m est homologus $mLTV$, item $FGQP$, homologus $LKST$; item $GHRQ$ homologus $HKSR$, pro diuerso porro situ oculi, diuersa erit deformitas & representatio, prout accedit ad X , vel ad C , si statuatur in C , nullus radius reflexus oculo incidet.

VII. Pro pyramide caua eadem praxis adhibenda est, nisi quod non circuli concentrici, sed polygona concentrica describenda sunt, statuto etiam oculo in axe pyramidis, scilicet infra verticem; supra enim statui non potest; si porro supponantur radij luminis, putà solares, paralleli axi, cadere in superficiem cauam conij, ij, in idem dumtaxat punctum per reflexionem colliguntur reflexi ab eodem circulo parallelo basi, vnde nullus est focus etiam physicus; eò verò plures colliguntur, quò circulus maior est, igitur à duplo circulo, duplo plures, & triplo plures, à triplo; idem dico de pyramide caua, sed iam ad alia transeamus.

PROPOSITIO XXXVII.

Speculum parabolicum cauum explicatur.

SI. Sit semiparabola BIF , basis IF ; sit BA æqualis BF ; ducantur IA , IB , CH ; vt BA est æqualis BF , ita CD æqualis DN , atque ita de cæteris; idem dico, si ducatur ID ; atque ita in infinitum; igitur

Figur. 7. e.

igitur ACI tangit parabolam in I , eam tamen non fecat; nempe ex I , dimittatur parallela HL ; & per aliquod illius punctum, ducatur parallela rectæ IA , productæ versus I , ducanturque hinc inde parallelae HD , erunt hinc inde æqualia in trilineis segmenta; unde sequitur parabolam tangi non secari à recta IA .

Fig. 72. 2. II. Sed melius sit A ad B , vt C ad D , non potest esse subdupla D ad C subdupla B , vt quadratum B , ad quadratum A , A enim maior est, quod sic demonstratur; sit vt NC ad MO , ita NA ad MA ; sit ML subdupla MA , certè non potest esse NL ad ML , vt rectangulum NH , ad rectangulum MB ; nam sit NP æqualis NM , erit DN æquale RM ; igitur æquale OH ; eritque DA ad OA , vt PA ad MA , id est vt NL ad ML ; vt enim NL ad ML , ita composita ex bis NL , quæ est PA , ad compositam ex bis ML scilicet MA ; sed PB est minus NH , igitur NL non est ad ML , vt quadratum NC , ad quadratum MO ; id est, vt NH ad MB , quod vt fieret, NC deberet esse minor; unde propositum manifestè concluditur.

Figur. 73. III. Si sit semiparabola ABG , sitque AB applicata; dupla AG , communis focus erit in A ; assumatur enim quodlibet punctum in dicta parabola, puta D , sitque tangens DE , tum applicata DI , erunt EG , IG æquales, vt constat ex supradictis; supponatur AG quasi triplex linea, ita moueri, vt moueatur circa A , in AD , item vt subduplo motu moueatur in AF , vel AP , ac proinde angulus FAG , semper sit subduplus anguli DAG ; denique ita moueatur GA , vt semper sit sibi ipsi parallela, & perueniat in DC ; ducatur denique DH parallela PA , anguli FAG , DHA sunt æquales; & cum DAF , GAF sint æquales, item ADH , DAP , sequitur, duos ADH , AHD æquales esse, ac proinde AD , AH esse æquales; sunt etiam AP , HD æquales; item DP , AH , vel EA ; igitur cum AE sit æqualis AD vel DP , cadit AF perpendiculariter

diculariter in DE , igitur & HD parallela AP ; igitur si à recto BDH , tollatur CDH , & ex recto EDH , tollatur ADH , æqualis CDH , restant anguli hinc inde æquales, scilicet BDC , ADE ; igitur radius luminis CD incidens in punctum D reflectitur in focus A ; idem de aliis omnibus parallelis dicendum est.

IV. Sunt autem GS , GA æquales, quia GI , GE æquales sunt, itemque ES , AI , igitur AS , est dupla AG ; igitur æqualis AB ; igitur composita ex ADO , æqualis AB , vel AS , vel IH ; hinc petitur ratio, seu demonstratio illius praxis, qua describitur parabola opera fili, cuius altera extremitas affixa est in A , altera pendulum sustinet, quod mouetur per rectam AB ; hinc facilis ratio ducendæ tangentis parabolam; sit enim punctum D , per quod ducenda sit tangens; ducatur DI , tum GE æqualis GI , ducatur DE hæc est tangens; aut certè sic transferatur AD in AH , ductaque HD , ducatur in hanc perpendicularis DE , hæc est tangens: habes igitur omnes radios cadentes in speculum parabolicum cavum parallelos scilicet, quales supponuntur radij à sole profecti, reflecti ac colligi in focus A , ubi erit punctum vistorium.

V. Vt autem fiat speculum huiusmodi, voluatur semiparabola BGA , circa axem AG , speculum vistorium perfectius dari nequit; cum omnes omnino radij physicè loquendo colligantur; dico physicè; quia Geometricè secus accidit; tum quia radij non sunt omnes paralleli, tum quia superficies speculi nunquam ita tersa est, quin aliquæ salebræ restent; si autem ita apponatur aliud speculum parabolicum, communi foco, A , radij ab eo reflexi paralleli erunt, unde si minimum sit, omnes radios in lineam vrentem, ut vocant, & infinite productam colliget; lineam dico physicè adæquantem scilicet minoris speculi angustias; figuram

N

non adhibeo, quia res per se patet; si vero specillum admotum sit sphaericum cavum, & centrum illius in foco A statuatur, repercussi radij iterum in puncto A colligentur, ut patet; redeunt enim singuli per lineam perpendicularem, per quam in cavum sphaericum inciderunt, hinc duplum caloris incrementum, & dupla vis puncti vstorij: sed in his nulla est difficultas: denique si radius PD cadat in convexum parabolæ, reflexus ibit per DT; nempe anguli PDE, TDP æquales esse constat ex dictis.

Figur. 74. VI. Dato verò cono, cum sectione parabolica, facile inuenitur dictus focus; sit enim conus, vel triangulum ABC, sit DE parallela AB, erit axis parabolæ, in quo ut inueniatur focus, qui est in ipso axe, ducatur GD, parallela BC, & super HD, describatur semicirculus, secans axem in I, erit focus quaesitus; nempe ductis OI, producta HI, ML, DK, descriptoque super ML semicirculo; ut HD ad DI, ita hæc ad OD, vel IK, vel KL; ergo ut GD, dupla HD, est ad duplam DI, ita hæc est ad IL, duplam IK; sed MI, GD sunt æquales, igitur IN est æqualis duplæ ID, sed IN est applicata parabolæ; igitur I est focus; alio modo æquè facile habetur; sit HV dupla HA, ducaturque AV; traducatur angulus HAV in IDR, erit GAV æqualis HDR sit ut GA ad AV, ita HD ad aliam putà DR, ducatur HR secat axem in I; igitur IR est dupla ID; igitur in I est focus, qui longè facilius habebitur si ab H ducatur perpendicularis in DE.

VII. Parabola multis modis describitur 1. in cono; sit enim axis parabolæ DE, in quo assumpto puncto I, ducatur ML, super qua descripto semicirculo, ut dictum est supra, ducatur IN traducta in IR, & ut habetur punctum R, ita & alia puncta haberi possunt. 2. opera fili, cuius altera extremitas foco affixa est, altera cum pendulo per applicatam à foco ductam ducitur; est autem filum æquale applicatæ, à foco ductæ,

etæ, ut iam *suprà* ostensum est. 3. ductis applicatis di-
 uidentibus axem in quocumque partes æquales, ita ut
 prædictæ applicatæ sint radices quadratorum, quæ sint,
 ut axis segmenta v. g. sit GK basis semiparabolæ; volo
 ducere applicatam à puncto F, sit ut GB ad FB, ita Fig. 71. 2.
 GK, ad aliam; & inter hanc & GK, sit alia, hæc erit
 FI, vel potius inter GB, FB sit media proportionalis,
 & ut ad hanc GB, ita GK ad aliam, hæc est applicata
 FI; alia pariter puncta haberi poterunt. 4. diuidatur
 quilibet axis in partes æquales, ductisque per eas secun-
 dum numeros impares applicatis, quæ sint ut radices
 quadratæ segmentorum axis à prædictis applicatis secto- Fig. 75.
 rum v. g. sit axis AD, diuisus in quocumque partes
 æquales AB; sitque segmentum AB, 1. BC, 3. CD,
 5. ducantur applicatæ BE, CF, DG, hæc vltima sit
 applicata & basis, eam diuido in 3. partes æquales,
 DIHG, ductisque BE, IE, item HF, CF, ibit pa-
 parabola per puncta A E F G. 5. sit quælibet chorda in situ Fig. 76.
 horizontali AB, citra tensionem, incuruatur in para-
 bolam ut Galileus asserit, quod sic demonstro; momen-
 tum in D est ad momentum in C, in duplicata DB,
 ad CB; id est, ratione ponderis, ut DB, ad CB, &
 ratione vectis, ut DB ad CB; igitur cum effectus
 momenti D sit descendere in K, ac simul secum ad-
 ducere C in H, momentum C adducti in H, erit
 descendere in M; igitur ut DK ad HM, id est 4. ad
 ad 1. ita quadratum DB, ad quadratum CB; pari
 modo momentum C, est ad momentum N, in dupli-
 cata CB, ad NB; sit autem DK 16. CM erit 12.
 igitur C descendens in M adducit N in O, estque
 ON, subdupla CM, igitur 6. igitur OE, 1. nempe
 HM est 4. igitur NB 7. igitur ibit parabola per puncta
 KMPB aliæ praxes videri poterunt apud Caualerium
 & commentatores Archimedis & Apollonij.

VIII. Dato Cono, & specie parabolæ inuenire in
 dicto cono parabolam. Sit conus DEF, species parabo-
 læ ABC; assumatur IK, æqualis BC, tum KH.

N 2

α qualis AC, ducta HF, ac diuisa bifariam in G, ducatur GL perpendicularis; ex L radio LF describatur semicirculus, sitque ut LF, ad KF, ita subdupla EF ad aliam, in alteram huius extremitatem cadet axis parabolæ quæsitæ: porro in quolibet cono sunt omnes species parabolarum; immò & in eadem parabola ut constat.

PROPOSITIO XXXVIII.

Figur. 78. *S* *Peculum ellipticum cavum explicatur.*

I. Sit semiellipsi FSK, centrum A, maior radius AK, minor AS, foci, seu puncta comparisonum DE; sit EG, tum DG; diuidatur angulus DGE bifariam, ducta HG, & in HG perpendicularis indefinitè producta, hæc erit tangens; tum ex A, radio AF, describatur semicirculus, hic secat prædictam tangentem in BM; ducantur AB, item AM, AP parallela HG, item EMN; his positis, angulus BOG continet angulos OEG, OGE, eosque æquales; nempe EGM, præter BEG, continet EBG; sed ABL est æqualis EGL; igitur ABE æqualis ALB, vel GEB; igitur OGE OEG sunt æquales; item DGE, GOB; item GDE, GBE; sit GN æqualis GE; tum EN, quæ diuiditur bifariam à BL; igitur ad angulos rectos secatur; ac proinde EN est parallela HG; igitur AM est parallela DN; igitur EIM isosceles, ut EGN; igitur AIE æqualis AM, vel AK; sed ut DE ad AE, ita DN ad AM; igitur ut AM est æqualis AK, ita DN est æqualis FK; sed DGE est æqualis DN.

II. Hinc filo describitur ellipsis, cuius duæ extremitates focis affixæ sunt, & reliquum semper tensum circumagitur; nempe quocumque puncto in peripheria ellipsos assumpto, aggregatum ex EG, DG, æquale semper est toti FK; ac proinde quodlibet aggregatum

ex

Propositio XXXVIII. 101

ex duabus DG , EG , cuilibet aggregato æquale est; hinc ut circulus vnico radio semper æquali ex vno centro describitur, ita ellipsis circulo analoga foror, ex duobus centris, sub radiorum aggregato semper æquali; ut autem DG est parallela AM , ita EG parallela AB , & angulus DGE æqualis semper BAM ; productisque EG , DB , habetur pariter triangulum isosceles DGZ ; hinc angulus EBL , vel MAL est duplus anguli $L BK$, vel FBD ; Hinc cum EG & AB , DG & AM ita voluantur, ut æquales semper angulos constituent, AB scilicet & AM in centro A , DG verò & EG in peripheria ellipseos, & AP secans bifariam ad angulos rectos connectentem AB AM , ac proinde parallela semper HG , quæ cadit in tangentem ellipsim perpendiculariter, AP inquam semper diuidat æqualiter angulum BAM , certè HG semper diuidet æqualiter angulum DGE .

III. Ratio istorum omnium petitur ex perfecta analogia, quam cum circulo habet ellipsis; nempe non modò tangit circulum BN , parallela BL , in puncto T , verum etiam omnes chordæ, seu subtensæ ellipseos sunt analogæ & proportionales subtensis, seu chordis circuli; ut enim AS est ad AB , ut EG , ad ET , ita est quælibet alia semidiameter coniugata, putà AP , ad AT , radius circuli, ut sinus parallelus dictæ semidiametro, ad analogum sinum circuli; sit enim quælibet semiellipsis, cuius semiaxis longior sit EF , *Figur. 79.* minor EN , æqualis CD , quæ est semidiameter basis cylindri; sint quælibet semidiametri coniugatæ EG , EM , demittantur parallelæ EC , GD , MO , iam verò ducatur KH , parallela EG , demittanturque HI , KL ; certè ut EG , ad KH , ita CD ad LI , sunt enim latera triangulorum proportionalium; est autem KH analoga LI ; quia ut CO ad CL , ita EM ad EK ; igitur & circulus dici potest, ellipsis vnico centro; & ellipsis circulus gemino cetro; & ut omnes radij circuli sunt æquales,

ita omnia aggregata radiorum à gemino foco ellipseos, ad quodlibet peripheriæ punctum ductorum, sunt æqualia; ut demum radius directus cadens in peripheriam circuli reflectitur & redit ad idem centrum, ita & radius ab altero ellipseos centro, seu foco ad peripheriam ductus, ad alterum focum reflectitur.

Figur. 73. I V. Hinc si fons luminis statuatur in D foco, & sit speculum ellipticum cavum, omnes radij à D profecti cadentes in illud reflectentur in E alterum focum, ibique traiectione, seu decussati denuo in speculum incident, ac reflectuntur in D, & à D iterum in E, atque ita deinceps, repetitis in infinitum reflexionibus; hinc si vel semel vnus radius reflectatur, infinities reflectetur: ut autem luminis solaris vis multiplicetur, collectis huiusmodi radiis opera speculi parabolici, ita hoc statuatur, ut E v. g. sit communis vtriusque focus, vis luminis multiplicabitur in E per repetitam reflexionem in conuexo, reflexio facile habetur, ut in conuexo circuli; illud tantum singulare, quod si directus tendit ad alterum focum, ab altero reflexus directe procedere videtur; sic NG reflectitur in GT; vtrum verò ad reflectendum sonum, seu vocem æquè aptum sit hoc speculi genus, de sono minimè articulado concederem vltro, de voce articulata omnino negarem, & perspicuum est; quia omnes articulationes confunduntur in E.

V. Multæ porro praxes ad describendam ellipsim vulgo adhibentur 1. opera fili vtrique foco affixi, de quo *suprà*. 2. circini opera triplici crure instructi, pro quo est eadem ratio. 3. circuli in planum oblique proiecti. 4. in sectione coni. 5. in sectione cylindri, 6. traductis sinus analogis ex circulo in diametrum ellipseos v. g. DS in GR, supposito scilicet circulo, sub diametro æquali minori axi. 7. sectis sinus circuli sub diametro æquali maiori axi, v. g. sit FK axis maior, describendæ ellipseos, sit semiaxis minor AS describatur semicirculus FBK, producat AB, sintque ET, & innumeri alij sinus paralleli; sit ut AB ad AS, ita ET ad EG; pari modo

Propositio XXXIX. 103

modo habebuntur alia puncta; sed nulla in his difficultas,

VI. Data ellipsi inuenire focos: res prorsus facilis; traducatur enim AF ex S in D, & E; æquè facile data ellipsi, inuenietur cylindrus, cuius est sectio; v.g. *Figur. 79.* sit ellipsis ANF; describatur circulus sub diametro AB, æquali minori axi ellipseos, est basis cylindri quæsitæ; erigatur perpendicularis BF, & ex A ducatur AF æqualis axi maiori; en tibi ellipsim cylindro suo restitutam; potest etiam transferri in conum; sit enim ellipsis, cuius maior axis sit AE minor AG; surgant *Figur. 80.* perpendiculares AB, GD; sit angulus LAF lateris dati, conî cum diametro basis; ducatur VE parallela AG; fiat angulus VEL, æqualis LAG, producta hinc inde LEF; erit EA sectio conî ALF, ellipsis data; nempe MH æqualis MT, vel MO, quæ est subdupla AG, est æqualis sinui recto, supposito sinu toto NR; nempe angulus THO est rectus, item XHR; est enim OR æqualis XT; igitur angulus THX, æqualis angulo RHO; ex his reliqua facile habebis.

P R O P O S I T I O XXXIX.

Speculum hyperbolicum explicatur, tum cavum, tum conuexum.

I. Sit quælibet linea GA, in qua ad libitum acci- *Figur. 81.* piantur puncta C & E, item CB ad libitum, & FE æqualis; item CD etiam ad libitum, & ex F, radio FD, describatur arcus DH, indefinitè; ducatur Fn ad libitum, secans arcum in H, item BH, diuisa bifariam in O, tum OK perpendicularis; tum BI æqualis HI; item LI *m* parallela HB; & vt inuentum est punctum I, intueniantur alia puncta, per quæ ducatur curua CIP; simili artificio, describatur curua ERQ, hæ sunt hyperbolæ vt demonstrabitur *infra*.

II. Eadem

II. Eadem descriptio habebitur, si affixis filis in FB, & accepta longitudine vnus BC, alterius CF, additis vtrique filo continuè clementis segmentorum æqualium, diuersa puncta notantur, per quæ prædicta curua eat, necesse est; vt enim differentia FC, BC, est CE; ita differentia BI, FI, est HF, æqualis FD, & hæc EC; assumptis porro filis FE, BE, similis curua, per signata puncta describetur, hanc autem curuam esse hyperboem demonstrabimus *infra*: sunt etiam aliæ praxes describendæ huius figuræ: sit hæc, præ
 Figur. 82. ceteris; sit angulus coni BAL, DE diameter, vel differentia filorum, de qua paulo ante; A centrum, I vertex; ducatur DR, sitque inter BR & RL media proportionalis Qm; item inter FG, GK media proportionalis VO; idem de reliquis fice per extrema huiusmodi proportionalium prædicta sectio ibit; ex des-
 Figur. 81. criptione autem habentur puncta FB. aliter etiam Geometricè haberi possunt, de quo *infra*.

Figur. 81. III. Illæ porro hyperbolæ eiusdem speciei esse dicuntur, in quibus eadem est proportio FB, ad EC; vnde & in diuersis conis, hyperbolæ eiusdem speciei, & in eodem diuersæ cuiuslibet haberi possunt: si autem sit speculum hyperbolicum CI, & radius incidentiæ SI ita vt productus cadat in focum I, reflexus erit IHF; quia cum SIK æqualis sit BIO, & OIH æqualis OIB, vt patet ex constructione, certè OIH erit angulus reflexionis, æqualis scilicet angulo incidentiæ SIK; pari modo IR, si directus supponatur incidens in hyperbolicum EQ, reflectetur in B; est enim eadem ratio; vnde si sint duo specula, seu duæ hyperbolæ oppositæ CI, EQ, sitque quilibet radius incidens, putà SI, fient infinitæ reflexionis eiusdem radij, ad vtrumque focum BF terminatæ, antequam radius reflexus coëat cum FB.

IV. Radij aliter incidentes sine ordine certo reflectuntur; si verò radius directus cadat in cavum putà NI, ita vt productus perueniat in F, reflectetur in
 focum

Propositio XXXIX. & XL. 105

focus B, & si BI sit directus, reflectetur per IN: hinc valde distrahitur; alij aliter in cavum incidentes sine ordine reflectuntur: Hinc si oculus statuatur in F, vel in B, & obiectum in S, & sit utraque hyperbole in prædicto situ, obiectum infinities multiplicabitur, ut patet: sed de his satis: licet enim nonnulla restent, quæ ad reflexionem pertinent; præmittenda tamen ea esse duximus, quæ ad refractionem spectant, ex quibus haud dubiè melius intelliguntur.

PROPOSITIO XL.

*R*efractionis ratio explicatur.

I. Sit radius DC, obliquè incidens ex medio raro in densum AB, putà vitreum, incuruatur ad perpendicularem CF, putà in CG; si verò ex denso in rarum, incuruatur, seu refringitur, ut vocant, à perpendiculari; de re, quod sit, indubitatum est, & in Dioptrica supponitur, ut certa hypothesis.

Figur. 8.

II. Quidam termini, in gratiam Tyronum explicantur, radius incidens est DC, cathetus ICF, productus, DCH; refractus CG, perpendicularis CF; angulus incidentiæ ACD; angulus refractionis, GCH; angulus refractus GCF; sinus anguli refracti GO, sinus anguli incidentiæ VC, cõplementi verò eiusdè HV,

III. Si radio DC incidenti ex raro in densum, respondet radius refractus CG, certe radio GC incidenti ex denso in rarum, respondet refractus CD, quod supponitur ab omnibus, ut certa hypothesis.

IV. Quàdo angulus incidentiæ est minor, maior est angulus refractionis, & vicissim hic minor, quando ille maior, v. g. sit angulus incidentiæ ACD, cui respõdet angulus refractionis GCH; sit angulus incidentiæ KCA priore minor, angulus refractionis huic respondens erit maior angulo GCH; hoc etiam omnes supponunt, ut certum: hinc si radius incidentiæ tantum non concurrat cum AC, id est,

O

obliquissimè incidat, idest, sit minimus & ferè nullus angulus incidentiæ, angulus refractionis erit maximus; contra verò si radius incidentiæ concurrat ferè cum catheto IC ; id est, si angulus incidentiæ est ferè rectus, minimus est angulus refractionis; hinc perpendicularis IC non refringitur.

V. De angulo refracto secus dicendum est, cuius mensura petitur non tantum ab angulo incidentiæ, sed etiam ab angulo refractionis, ut patet: sequitur porro ex his, angulum refractionis maiorem esse si radius incidat ex denso in rarum, quàm si incidat ex raro in densum, sub æquali angulo incidentiæ; cum enim, ut diximus, radio DC incidenti ex raro in densum, respondeat angulus refractionis GCH , & incidenti GC , ex denso in rarum respondeat angulus refractionis æqualis GCH ; & cum angulus incidentiæ $GC B$ sit maior HCB , & huic æquali DCA , & cum radio HC incidenti ex denso in rarum angulus refractionis respondeat angulo GCH , hinc necessario sequitur, supposito æquali incidentiæ utrimque; angulum refractionis esse maiorem, si ex denso in rarum, quàm si ex raro in densum incidat, quod tamen à nullo huc usque observatum fuit, saltem quod sciam.

VI. Nullus est radius refractus, qui non faciat angulum refractionis & angulum refractum; hinc nunquam radius refractus concurrat cum perpendiculo; angulus verò refractionis angulo refracto aliquando maior est, aliquando minor; item maior interdum angulo incidentiæ, aliàs minor: quid porro fiat, quando radius incidens ex denso in rarum obliquissimè cadit, dicemus *infra*, regredi in densum, idque cum fœnore duplicatæ refractionis, quod etiam ab aliis observatum non fuit.

Fig. 84.1.

VII. Sit superficies conuexa ND , centro A , radius BN incidat in cavum densum, producat in NP , ANQ erit perpendicularis, radius refractus erit NO : sit verò alius incidens CDE , & perpendicularis ADG , refractus erit DE ; sit demum IDM incidens
in

in conuexum, sitque perpendicularum AD , refractus erit DL . Hinc posito incidente, inter centrum A & medium, ut CD , contrahuntur radij; nempe DE curuatus in DF , accedit ad HI ; posito verò infra centrum A ut BN , distrahuntur; nempe NP curuatus in NO , recedit ab HI ; incidentes verò quilibet in conuexum contrahuntur.

VIII. Dato angulo refractionis, radio incidente ex raro in densum, dari potest, incidente ex denso in rarum; si enim ut Keplerus ait, supra arcum 30° . angulus refractionis est $\frac{1}{4}$. anguli complementi, quando cadit ex raro in densum, erit $\frac{1}{4}$. cadente ex denso in rarum Fig. 84.2. v.g. sit medium densum BCL , centrum A , arcus 30° . BC , sit DCK incidens ex raro in densum, perpendicularis ACE , sint arcus ED , AK , descripti ex centro C , sit angulus KCI $\frac{1}{4}$. anguli ACK , æquali ECD , producat ICF , certè si IC cadat ex denso in rarum, radius refractus erit CD , ut *suprà* dictum est; sed angulus refractionis FCD est subduplus anguli ICA , vel FCE reliqua de refractione *infra* dicentur.

PROPOSITIO XLI.

Diffusio luminis explicatur.

I. Supponitur corpus lucidum ad instar centri; quia cum ad distantiam propemodum infinitam agat, eius moles ad instar puncti accipi potest; supponitur etiam ad distantiam æqualem æqualiter, ad maiorem minus; ad minorem plus agere: diffundit autem suam vim quàm potest longissimè; quia cum agat quantum possit, est enim causa necessaria; nihil est, per quod determinetur, ut posito scilicet eodem medio, modo longius, modò minus longè agat; in sphæram etiam & in orbem agit; quia æqualiter quoquouersum vim suam diffundit; cur enim longius huc quàm illuc.

O 2

Figur. 85. II. Tantumdem luminis inest vni superficiei dictæ sphaeræ, vel conî sphaerici, quantum alteri; sit enim centrum lucis A, conus sphaericus ADE; nam perinde est siue tota sphaera, siue illius conus accipiat, tantumdem est luminis in DE; quantum quantum in HI, vel BC, cur enim plûs, vel minûs in vna, quàm in alias cogita tot radios, quasi totidem fila, duci per DE, quot per BC; nullus enim peruenit in DE, qui non ducatur per BC; cum omnes radij æquales esse supponantur; deinde hoc modo, radius luminis longius producitur.

III. Hinc lumina sunt vt superficies, permutando quo ad intensionem v.g. lumen in BC est ad lumen in DE, vt DE, ad BC; nempe quo ad entitatem luminis, vt sic loquar, eadem est in DE, BC, id est, tot radij terminati ad DE, quot ducti per BC; sed idem lumen distributum BC & DE, quò ad intensionem, est in BC, ad lumen in DE, vt DE ad BC; id est in duplicata distantiarum à communi centro A; permutando; nec est quod timeas de infinita vti luminis in centro A; quia lumen supponit minima physica, vt vocant; ita vt in minoribus esse non possit, ne sit frustra.

IV. Quâdo in densiore medio idem lumen diffunditur, minûs longè diffunditur, v.g. sit conus luminis ADE in medio raro, sit aliud medium octuplo densius, redigetur idem lumen intra conum ABC; nempe conus ABC ex materia octuplo densiore & grauiore, adæquat in pondere, conum ADE; suppono enim AD esse duplam AB: si autem totum lumen ita diffundatur, vt cedat partim rariori AFG, partim octuplo densiori, vltima basis terminabitur inter CBHI, v.g. in OX; ita vt AO sit ad AC, vt latus cubi 71. ad latus cubi 64. nempe dempto cono AFG, eiusdem materiæ aufertur $\frac{1}{8}$. conî ABC; id est 8. si verò materia conî AFG sit octuplo rarior aufertur tantum I; igitur frustrum CBXO continet 7. igitur AC est ad AO, vt latus cubi 64. ad latus cubi 71. erunt autem omnia latera huius conî æqualia AO.

Fig. 85. 2. V. Si accipiat radius AD in medio raro, sitque BC sectio

sectio communis medij densi & rari, segmentum CD reductum in CF medij densi haud dubie cum segmentum BE sit breuius CD, non reducetur in BG, æquale CF, nec etiam in BH; nempe in KH reduceretur KE, maior BE; hæc igitur reducitur in BI. v.g. hinc AI est maior AF, vt patet æquali AH.

VI. Præterea sit conus luminis ABC, in medio raro, Figur. 36. retentoque ANP medij rari; reducatur NPCB rari, in densum NPXE; sit autem sectio recta LKM, ita vt ALM sit medij rari; certè KD reducitur in KH; at vero LB reducta ultra LE producitur, v.g. in LF; est autem HF maior HE, item LF minor KH; quia LB reducta in LF minor est quàm KD, reducta in KH; & vt AN minor AL, ita LF minor KH, vel NE; composita tamen ex AN, NE, est maior quàm composita ex AL, LF; idem de LV, NS dicendum est; propagatur autem lumen vt supra dictum est, quantum fieri potest, iuxta præscriptas à natura leges; ita vt sit in basibus TV, HF, in ratione permutata, earundem basium.

PROPOSITIO XLII.

Causa physica refractionis explicatur, idque obiter.

I. Totum lumen, quod est in basi vltima medij rari, putà in BD, est in vltima medij densi, putà in HE, supposita scilicet communi prædictorum mediorum sectione KN; qua posita, radius ANE nullo modo refringitur, dum ex AB medij rari reducitur in AE medij densi, quia scilicet cadit perpendiculariter in dictam sectionem KN, vt & reliqui radij.

II. Si verò sectio communis mediorum supponatur esse recta, KL basis vltima, vt iam dixi, non erit HG, nec HE, sed HF; cum verò basis vltima sibi semper æqualis esse debeat, eiusdem scilicet medij, & cum HF sit maior HE, debet tantulum imminui, segmento scilicet OF, & radium LF in LO incuruari

O 3

necesse est; en tibi causam physicam refractionis radij oblique illapsi.

III. Si autem medium supponatur densius esse, & NPCB medij rari reducatur in NP, S medij densi, sitque TI æqualis TS, cum I habeatur, ducta recta AIO, erit angulus ILF maior angulo OLF, totum scilicet maius sua parte; igitur supposito medio densiore angulus refractionis maior est; denique cum TI æqualis sit TS, & HO æqualis HE, vt TS ad HE, ita TI ad HO.

IV. Vt HO æqualis est HE, idem accidet, si quælibet ducatur inter AE, AH, v.g. ducatur AZ, erit vt HE, ad HZ, ita HO ad aliam æqualem HZ; sed vt hoc melius intelligatur traducatur vltima basis in IA; sit L centrum & radij LI, LG incidentiæ; KM communis sectio mediorum, radij refracti KH, NF, demittantur IE, HD, GC, FB, cum IA sit ad HA, vt GA ad FA, erit sinus IE ad HD, vt GC ad FB nempe in angulis 15. grad. non maioribus, vt angulus refractionis est $\frac{1}{4}$. anguli incidentiæ, ita sinus sunt physicè vt arcus & anguli. Hinc quod deduxit Cartesius ex falsis principiis, deducimus etiam ex veris, quæ luminis, puræ scilicet qualitatis diffusionem supponunt hoc igitur in vtraque hypothese locum habet.

PROPOSITIO XLIII.

Figur. 88. *Explicatur refraction in vitris planis & sphericis.*

I. Sit vitrum planum BC, radius incidens FH, perpendicularis GHD, angulus FHG, vel DHN, angulus refractionis EHN, $\frac{1}{4}$. priori DHN, angulus refractus DHE, & huic æqualis IFK, huius subduplus KEL; his positis, angulus IEL est æqualis angulo DHN, cum enim DHE, IEK sint æquales, item EHN, KEL, nempe EHN est $\frac{1}{4}$. DHE, quemadmodum KEL, est $\frac{1}{4}$. IEK; igitur EHN & KEL

Propositio XLIII.

III

$KE L$ æquales; igitur IEL , DHN æquales; additis scilicet utrimque æqualibus; Hinc EL est parallela HN , radio scilicet incidentiæ.

II. Hinc post secundam refractionem radij EL , restituantur radij in primum statum ac situm; ut enim EL sit parallelus FH , reliqui etiam incidentes in H , ad eundem parallelismum redeunt, cum eadem sit omnino ratio. Hinc non augetur angulus visorius, ut patet; cum enim radij post alteram fractionem sint prioribus paralleli, eundem angulum constituunt, ut patet; nempe LE producta secans DH , eundem cum ea faciet angulum, quem cum illa constituit FH ; igitur cum idem angulus maneat, non amplificatur obiectum; videbitur tamen in alio loco nempe LE & NF ad diuersa loca, seu puncta terminantur, & quo vitrum crassius erit, id est, quo radius intra vitrum refractus longior erit, locus apparens à vero longius deflectet, quod ut melius intelligatur sit planum vitreum ML , obiectum AB , cathetus BCG , Figur. 89. radius incidentiæ AFG , si nullum esset vitrum interpositum oculus ex G videret obiectum AB , sub angulo AGB ; refringitur autem radius in FI , ac denuo in IH , parallelum GA , igitur videtur obiectum ex H , sub angulo KHB , æquali priori; hinc mutatur locus puncti A , & migrat in K , non tamen angulus, essetque KA maior, si FI scilicet radius refractus, maior esset.

III. Si sit vitrum sphaericum, ab altera parte planum Figur. 90. FG , sit A centrum arcus FG , sit axis per centrum circuli ductus APR , indefinitè utrimque, sit radius incidens BOC axi parallelus, erit BCA , vel NCL complementum anguli incidentiæ, vocetur inclinatus; sit NCD $\frac{1}{2}$ anguli NCL , sitque CE æqualis AC , erit ED æqualis EC ; quia angulus AEC est æqualis angulo EAC , igitur & BCA , qui æqualis est EAC , item NCL ; sunt etiam NCD , CDA æquales, & NCL duplus NCD , igitur CEA æquales NCL duplus NCD , vel CDA , & cum CEA contineat duos

duos CDA , DCE , sequitur ECD , EDC esse æquales, ac proinde EC , ED æquales.

IV. Hinc DR est semper minor diametro arcus EG , quia cum DE sit æqualis EC & hæc CA semidiametro, ER verò sit minor EC , complexa ex RFD est minor complexa ex CED , æquali diametro: si porro voluatur hæc figura circa axem AE , punctum O describet circulum in plano vitri, & C in conuexo; omnes porro radij paralleli in dictum circulum incidentes, post refractionem, colligentur in D , & nullus alius; nempe cadentes intra dictum circulum refringentur supra D , infra verò extra cadentes; sit enim incidens KH , sitque HM æqualis AH , vel CE , haud dubiè M cadit supra E , igitur si accipiat MX , æqualis MH , cadet supra D ; eodem modo demonstrabitur, quod cadet infra D , si radius incidentiæ cadat inter OG .

V. Si accipiantur radij incidentes intra angulum inclinationis $gr. 30$. iique paralleli, refringentur omnes non procul à D , posito enim angulo BCA $gr. 30$. alij incidentes inter BC , AR colligentur quidem supra D , nullus tamen maiore intervallo quam sit differentia ER , EC ; hinc iuxta D colligentur refracti, ibique erit focus luminis; hinc ut habeas focum vitri planosphærici accipe lineam AD , paulo minorem semidiametro datæ sphaeræ, quando scilicet radij paralleli incidunt in planum, in quo nullam fractionem patiuntur, ac deinde in cavum.

VI. Si verò radius incidat immediatè in conuexum vitri putà NC , accipiat BCS $\frac{1}{4}$. anguli BCA , æqualis angulo inclinationis NCL , ac proinde angulus SCB $\frac{1}{4}$. anguli SCA , ut patet ex dictis; hinc angulus SCA , qui est æqualis angulo BCS , est $\frac{1}{4}$. anguli ACS ; si autem CI refringatur in IV , erit angulus SIV , $\frac{1}{4}$. anguli SCB , vel CSA , igitur $\frac{1}{4}$. anguli ACS , igitur $\frac{1}{8}$. anguli BCA , vel CAR ; igitur angulus $I VA$, qui continet $V SI$, & $V IS$, est æqualis

Propositio XLIII.

113

æqualis angulo VIA ; quia cum SCA , contineat bis CSA , si ex illo detrahatur VIS , subduplus CSA , residuus VIA continet CSA , cum dimidio, id est CSA , & VIS ; igitur VIS , VSI sunt æquales, igitur AV , AI æquales.

VII. Radij incidentes intra NC , ER , ita refringuntur, ut secant PS inter VA , alij verò inter VS ; ac proinde focus proximè ad V accedat. Hinc vides quando huius vitri planum versùs obiectum conuertitur, unam tantum esse radiorum incidentium, parallelorum scilicet, refractionem, & focum distare à centro ferè sesquidiametro sphaeræ, paulo minùs; quando verò conuexum vitri ad obiectum spectat, duæ sunt refractiones, & focus à centro distat ferè semidiametro dictæ sphaeræ, paulò minùs, quia IA semper minor est AC , vel AR .

VIII. Sit autem lens utrimque conuexa, & utraque facies æqualium circulorum, putà AB , sit communis axis EK , centra hinc inde EM ; sit quilibet radius *Figur. 91.*
 GFN , axi parallelus incidens, angulus inclinationis GFH , æqualis FME , vel OEM ; sit refractus radius FIK ; angulus OFK , æqualis est angulo FKD , ac proinde $\frac{1}{2}$. MFN , & $\frac{1}{2}$. MFK , vel IEM ; sit enim PI , parallela FO , angulus PVE , æqualis GOE , vel FME , continet duos PIE , IEV , est autem PIF , æqualis KFN , vel FKM , & PIE æqualis FXE ; igitur FIE , æqualis FOE ; igitur FKE æqualis OEI ; accipiatur IL , æqualis IE , erit angulus ILE , æqualis IEL ; igitur duplus anguli IKL ; igitur LKI , $LİK$ æquales; igitur LK æqualis LI , vel IE , vel radio; igitur post alteram refractionem radius GFI refringetur in IL ; nempe angulus KIX , vel FIE est æqualis EOG , cuius $\frac{1}{2}$. est angulus $LİK$, ut patet ex dictis; inde porro deducitur, aggregatum ex duobus radiis ED , MC cum modica vitri crassitudo, pro nihilo ducatur, & minimi arcus AB , infra gr. 30. supponantur, ac proinde eadem ratio sinuum & arcuum; aggregatum inquam radiorum

P

esse ad MC, radium scilicet arcus ACB, ut est duplus ED, ad DL; idque, siue arcus sint æqualium, siue inæqualium circularum.

IX. Ductæ porro parallelæ inter EM, GN, post geminam refractionem, secant EK, inter LK, aliæ verò inter LD; hinc circa punctum L, erit focus, eritque DL paulò minor radio, & EL paulo minor diametro; si verò altera conuexitas sit circuli minoris, puta ADB, focus erit infra L, versùs D; quia angulus inclinationis est maior, ut patet, FI scilicet cadente in cavum minoris circuli; cum autem LD sit ferè æqualis radio MC, vel DE, si nulla ratio crassitudinis vitri habetur, erunt MC, LC ferè æquales, ac proinde distantia foci à vitro maior erit radio minoris circuli, inæqualium, ex quibus lens componitur, minor verò radio maioris, ita ut excessus, quo minorem superat, sit ad excessum, quo à maiore superatur, ut minor radius, ad maiorem, ut demonstravit Cavalerius, posito quod latera sint ut anguli, quod physicè supponitur, licet Geometricè falsum sit, quare Geometrica demonstratio frustra quæritur, cum inueniri non possit.

Figur. 92.

X. Iam verò, sit ampulla vitrea B, sint radij incidentes paralleli AB, puta CE, sit primus refractus EHL, ita ut angulus LEF, sit $\frac{1}{2}$ anguli CED, vel FEB, ac proinde $\frac{1}{2}$ anguli BEH; cum autem angulus BHE sit æqualis angulo BEH, & MHL, nec non contineat angulos HBL, HLB, vel bis FEH, aut bis HLB, sequitur HBL, æqualem esse HLB; item FBH, duplum FEH, duplum etiam esse HBI; item NHB æqualem NBH; igitur NB, NH æquales; item BH, HL; sit porro KHL, $\frac{1}{2}$ LHM, vel BHE, erit KHL æqualis ipsi K LH; hinc HK, KL æquales; focus autem non distat ab I, plusquam $\frac{1}{2}$ radij BI; quia LI semper est minor radio LH, & LK semper est maior KI.

XI. Si demum supponatur angulus inclinationis minor 30. gr. supposito angulo refractionis $\frac{1}{2}$ anguli inclinationis

nationis, non erit semper ut sinus rectus cuiuslibet dati anguli inclinationis, ad sinum rectum anguli refracti, ipsi competentis, ita sinus rectus alterius anguli inclinationis, ad sinum rectum anguli refracti, qui ipsi competit; quia sinus sunt ut chordæ, dupli anguli, subdupla scilicet ut dupla; at ut arcus dati anguli inclinationis ad angulum suum refractum, ita arcus cuiuslibet alterius anguli inclinationis infra scilicet 30. gr. erit ad suum refractum, nimirum ut 3. ad 2. cum autem diuersa sit ratio sinuum & arcuum, scilicet supra ang. 30. gr. propterea prædicti anguli non sunt ut sinus, ut prætendit recentior dioptricæ Scriptor. Quia verò infra angulum 30. gr. chordæ, vel subtensæ sunt proximè inter se ut arcus, hinc etiam dici potest, quod infra angulum 30. gr. sinus anguli dati inclinationis sit ad sinum sui refracti proximè scilicet, ut sinus alterius anguli ad sinum sui refracti; si autem, ut dixi, angulus inclinationis sit maior 30. grad. secus accidit at angulus refractionis maior est $\frac{1}{2}$. anguli inclinationis; quanto verò, vix definiri potest: hinc supra angulum 30. gr. radij refracti valde perturbantur.

XII. Si vitrum ex conuexo & cauo constet, ut EDF, Figur. 93. cadatque BC parallela axi DH, sitque H centrum conuexi EDF, atque ita BC refringatur, ut angulus refractionis KCM sit $\frac{1}{2}$. anguli refracti HCM, erit ML ferè æqualis LH; cum sint HI, IM omnino æquales, ut *suprà* demonstratum fuit; si ergo fiat circulus sub radio MG, paulò minore tripla HD, erit focus in M.

XIII. Si vitrum sit planum & cavum, ut PF, & cadat radius LK, parallelus axi ED, sitque D centrum caui, atque ita refringatur ut angulus refractionis SKR, sit $\frac{1}{2}$. anguli RKD, & producat SK in A, erit angulus SAD, æqualis SKR; assumatur KB, æqualis KD, erit angulus KBD, æqualis angulo KDB, vel DKR, isque duplus anguli KAB, igitur BKA, BAK, æquales; igitur BA æqualis BK; igitur AD est semper minor tripla DE; igitur AE ferè dupla

radij KD: si autem cadat RK, refringetur versùs KN, perpendicularem; eritque angulus refractionis $\frac{1}{2}$. anguli inclinationis RKD; secunda verò refractione fiet in PG, eritque angulus refractionis $\frac{1}{2}$. anguli KDE, vt iam *suprà* ostensum est itaque si producaturs radius vltimo refractus ferè cadet in T; primus enim deflectit ab RK $\frac{1}{2}$. anguli RKD, secundus verò $\frac{1}{2}$. igitur simul vterque $\frac{1}{2}$. igitur angulus RKD, vel KDE est duplus anguli DKT; igitur & TKV, igitur DK, DT æquales.

Figur. 95. XIV. Si vtrique vitri facies caua est, PEXD, sint centra CG, radius incidens NP, parallelus axi CG, ita refringitur, vt radius refractus PI, faciat angulum IPO, æqualem NPF, qui est $\frac{1}{2}$. anguli NPC; sit autem CK, æqualis CP, erit angulus CKP æqualis CPK, qui est duplus anguli NPF; ergo angulus CKP, continet bis KFC; igitur KCF æqualis est KFC, igitur KC, KF æquales; igitur AF ferè tripla AC, paulò minor; producta autem FPS, & ducta GI, sit angulus SIR $\frac{1}{2}$. anguli SIG, erit SIR angulus secundæ refractionis; cùm autem propter tenuitatem vitri, GI CP perinde se habeant physicè atque si in eodem puncto concurrerent, ac proinde anguli IGB, PCA æquales essent, angulus RIG accipiendus est, vt duplus IGB; igitur demissa IT parallela BG, vel NP, diuidit angulum RIG bifariam æqualiter; igitur sit angulus IGB, vel GIT vt 3. erit RIG vt 6. SIG vt 4. SIT vt 1. igitur SIT est $\frac{1}{4}$. RIG, & $\frac{1}{2}$. IGB; hinc RI producta cadit in centrum C; si demum PAE, DBX sint diuersorum circulorum, eo modo procedendum est, de quo iam *suprà* num. 9. de aliis figuris conuexis putà ellipsi, hyperbola, aliisque, paulò post agemus.

PROPOSITIO XLIV.

Explicantur ea quæ pertinent ad telescopium, seu tubum opticum, seu perspicillum maius, constans ex conuexo obiectino & oculari cauo.

I. Sit

I. Sit vitrum obiectivum AB, ut vocant, utrimque Figur. 96.
convexum, seu lens maioris sphaerae, sit quodlibet obiectum in E, visum sub axe optico EFG, sitque EC ad sensum parallela EF, nempe propter distantiam EF, angulus FEC adeo acutus est, ut sub sensum non cadat; igitur EC perinde se habet physicè loquendo, atque si esset parallela EF, itaque EC, ita refringatur in punctis C & D, ut ultimus radius refractus ductus à puncto D perveniat in G, id est talis sit distantia lentis AB, à puncto G, ut hoc succedat; id est sit GF, radius sphaerae, cuius BFA est arcus, ut demonstratum est in prop. 43. num. 8. iam verò admoveatur vitrum utrimque cavum MN, ita ut IG, sit radius arcus MP, & IK æqualis IG, radius arcus LN, vnde utriusque arcus centra sint GK; ita refringitur DI, ut radius refractus intra vitrum sit parallelus axi FG, & in exitu vitri, ita secundò refringitur in IO, ut refractus IO productus, hinc crystallino incidat, inde cadat in H, nempe distrahitur à perpendiculari IG angulo subduplo anguli KGI, vel GKI; igitur angulus OIG continet angulum IGH, & IHG illius subduplum, igitur IKG est duplus IHK; igitur KH, KI æquales; quæ omnia demonstrata fuerunt in prop. 43. n. 14.

II. Perinde igitur se habet radius ultimus refractus IO crystallino incidens, atque si, semotis vitris, profectus esset à puncto H; vnde sit ut deinde in crystallino & aliis humoribus refractus desinat in G; ita enim componit sese oculus, de quo initio huius opusculi abunde dictum est, eo inquam, modo se componit, quo se componeret, si dictus radius profectus esset à puncto H; idem de innumeris aliis radiis profectis ab E & in convexum AFB illapsis, intra modicum arcum longè minorem 30. gr. dictum sit: cum autem, ut *suprà* dictum est, punctum axis terminati, puta H, determinet oculum ad talem situm & compositionem, ratione cuius non tantum radij ab eo puncto profecti colliguntur in eodem retinae puncto, sed etiam alij à quolibet obiecti puncto ducti in id in retinae punctum terminantur, perinde videbitur obiectum situm in E, atque si reuerà libero oculo ab H radij visuales profecti essent.

III. Hinc si tubo apte inferas vtrumque vitrum AB, & MN, seruata inter vtrumque distantia FR, habebis perspicillum, seu tubum opticum, cuius operâ videbis obiectum longè maius, quàm si oculo libero duntaxat videres; quod certè facillè demonstratur; supponamus enim à puncto G axem GF indefinitè productum versùs E, tum etiam rectam, à G, per extremitatem aperturæ tubi, putà C, etiam indefinitè productam; certè omnes lineæ parallelæ his duabus lineis terminatæ æquales esse videbuntur; nempe sub eodem angulo CGF, ac perinde EY & FC æquales apparebunt vt patet; igitur perinde est, siue FC ex distantia GF, siue EY, ex distantia GE aspicias; his præmissis adhibita vitrorum, seu tubi optici operâ, vides FC perinde atque si esset in H; sed vt GF, ad GH, ita angulus, sub quo videtur in H, ad angulum, sub quo videtur in F, vt patet ex demonstratis; diametri porro sub quibus videtur in F & in K, sunt vt anguli; nempe in acutissimis angulis, chordæ sunt physicè vt arcus, igitur diameter, sub qua videtur in H, est ad diametrum sub qua videtur in F, vt GF ad GH; igitur diametri sunt vt distantia permutando, vel potius vt RF, ad RH; inde enim physicè loquendo accipitur angulus visorius, ab eo scilicet puncto, in quo radij decussantur.

IV. Hinc si habeas acutum cavum, sic deinceps MN appellabimus, quod sit commune pluribus tubis opticis, statim definire poteris, in qua quisque proportionè obiectum amplifcet; v.g. sit acuti diameter scilicet HR, vnius vnciæ palmi Romani, sit RF, seu longitudo tubi, vnius palmi; proportio erit dodecupla, id est vt RF, ad RH; sit aliud quinque palmorum, cum eodem acuto, proportio erit sexagecupla; scilicet vt longitudo tubi continens 60. vncias ad RH, quam suppono esse vnius vnciæ; sed cum maximi tubi tam acutum ferre non possint, in eo tandem sistendum est, cuius dictum acutum patiens quidem est, non tamen longioris: Cur verò patiens non sit, inde petitur ratio, quod radij à vitro minore

minore conuexo profecti, putà à CD, ita in cavum OG incidant, vt non perturbentur, cum intra minimum arcum illabantur; sic DIA intra IG; at verò EOA Figur. 97. maiorem arcum rescindit, scilicet OG, longè maiorem; vnde non mirum est si radij perturbentur, scilicet refracti, qui ordinati tantum procedunt, quando modicum arcum seu conuexi, seu caui occupant.

V. Compertum verò est, optimi telescopij, seu vitri obiectiui argumentum si lentem acutiorem sustineat, sitque vitri ocularis acutioris patiens; quia nisi probè fabricatum sit, multi radij tantulum à scopo debita refractionis deflectunt; prodit autem hoc vitium oculare acutius, quod intra maiorem arcum iam aberrantes radios excipit, magisque distrahit, sine lege; vnde basis proiectæ confusio: si tamen primum illud vitium absit, tantula tubi productione, secundo occurritur, tum etiam contractione aperturæ vitri ocularis; sic enim fiet, vt plus æquo radij aberrantes ab oculo excludantur: aliud etiam argumentum est vitri obiectiui affabre tornati, nimirum si maiorem oculum, vt vocant, vel aperturam patiat; nempe circa limites maioris portionis vel arcus, ita mutatur crescitque angulus inclinationis, vt minimum tarnationis vitium in radio refracto statim appareat, v.g. sit arcus ABF, diuisus in 4. arcus æquales Figur. 98. B, C, D, E, F, ductisque parallelis MB, HC, KD, IE, LF, licet dicti arcus æquales sint, internalla tamen inter lineas parallelas comprehensa sunt inæqualia, maiora scilicet versùs MB, minora versùs LF; deinde si ab eodem puncto G ducantur radij GB, GC, GD, GE, GF, licet angulus G quasi immutatus maneat supposita magna distantia AG, angulus tamen inclinationis maximis incrementis crescit, vt patet, & ratio arcuum maior est sensibilibiter, quàm ratio sinuum, vnde minimum in tarnatione vitium apparet.

VI. Sed vt rem istam ob oculos ponam, sit lens SRE, Figur. 99. centro F, sitque RE planum, axis FS, sit minimus arcus SD, ita vt sinus ID, cum eo quasi conueniat,

ac

ac proinde rectæ OD , OS , vel MD , MS sint physice æquales, assumpta OD æquali physice OS , & DF , tum OM æquali OD , radius GD refringitur in M , & licet radij paralleli ducti inter FS , GD refringantur supra M , quia tamen non superant M sensibiliter, quia differentia OD , OS supponitur insensibilis, ideo perinde omnes se habent atque si refringerentur in M ; at verò ducatur HE sitque EP æqualis FE , tum PN , æqualis PE , refringetur in N ; differentia igitur NM est valde sensibilis; igitur quò longius ab S cadit radius incidens, differentia termini radij refracti, est minus insensibilis, & ad sensibilem propius accedit; igitur cum lens ita perfecte tornari non possit, quin semper aliquod vitium insit, vitium illud quod insensibile est in radiis ad FS , propius accedentibus, in aliis ab FS longius recedentibus, sensibile euadet, cum iam nativo figuræ etiam perfecte sphericæ vitio fiat, ut radij refracti tantum non sensibiliter à posito foco M aberrant; atqui maior apertura obiectiui aperit partes illius, quæ ab axe FS longius distant; inde igitur vitri minus perfecte elaborati vitium detegitur; illud igitur vitrum, quod maiorem aperturam, cæteris paribus, sustinet, absque vitio sensibili, perfectius elaboratum est.

VII. Inde petitur ratio, cur vitrum obiectiuum sit minima portio suæ spheræ; si enim maior sit, radij refracti à statuto foco aberrant; nec est quod aliquis dicat, aliam figuram accersendam esse, quæ omnes radios parallelos, quantumvis hi ab axe discedant, in eundem colligit focum; quia, ut dicam paulò post, talis figura humanâ arte laborari nequit, licet alioquin mente concipi immò & demonstrari possit: in eo igitur artificis industria posita est, quod superficiem sphericam quantum fieri potest lentibus inducat, & is artifices inter primas in hac arte tulisse censendus est, qui perfectiorem spheram tornarit, absterfis etiam ex læuigato vitro minimis & omnem sensum fugientibus salebris, quæ minimam
etiam

etiam aliquam asperitatem, vel inæqualitatem concilient; pro quo non modò lentis proplasma probè laboratum requiritur, verùm etiam, idque præsertim, vltima læuigationis perfectio, quam præ cæteris, vir præstantissimus Eustachius Diuinius, arte singulari, quam nullus hucusque, saltem quod sciam, assequutus est, vitris inducere solet; hæc enim vltima, vt vocant, politura, vltimam etiam perfectionem vitris conciliat, qua fiat vt minimæ salebræ à superficie vitri sphærica abstergantur, ac proinde omnes radij paralleli illapsi in eodem foco physicè colligantur; vnde, vt vocant, perfecta illa terminatio; id est, distinctæ basis proiectio, necessariò sequitur, in eo posita, quod minimæ etiam obiecti notulæ, salebræ, vmbre, rugæ, & distinctæ appareant: dixi artem assequutum esse si enim casu aliquo, vitro perfectæ sphære superficies inducatur à quopiam, qui deinde lentem æquè perfectam tornare non possit, illud certè ab arte profectum esse nemo dixerit; nec illum Eustachio nostro æquiparandum.

VIII. Dato eodem vitro obiectiuo, si oculare cavum acutius est, videlicet minoris sphære, obiectum videtur maius; sit enim, ne figuras multiplicem, KI, semidiameter caui NRL, si KI minor supponatur, minor etiam erit KH æqualis KI, & physicè loquendo KR; igitur tota HR minor, igitur obiectum maius videbitur, vt patet ex dictis; tantulum porro contrahendus tubus videtur; cum enim KI & GI æquales esse debèant, si KI contrahitur, etiam GI contrahi necesse est, quod fieri nequit, nisi tubus contrahatur; at profectò secus accidit; nempe tantulum explicari debet, ac produci; ne scilicet radius DI cadat obliquius in cavum LRN, ac proinde mutetur ordo refractionum; sit enim axis CA, radius incidens BA, sit arcus caui IF, centro D, tum LG, centro E, tum HK, centro F; sit LG maximus, intra quem seruatur statuta refractionum regula, haud dubiè FI erit maior debito; hinc centrū D debet adduci versùs A; id est, tubus debet tantulū produci; hoc autem non facit quin

Figur. 96.

Fig. 105.

Q

KI, GI, *fig. 96.* sint physicè æquales, admoto scilicet propiùs oculo.

Figur. 96. IX. Si obiectum propiùs admoueat, tubus producendus est; nempe si EX accedat propiùs ad EA, maior est angulus inclinationis, sub quo incidit; igitur radius refractus minùs accedit ad perpendicularem CDG; igitur ut terminetur in G, ipsum G longiùs ab F remouendum est, ac proinde tubus explicandus: cur verò minùs clarum obiectum appareat, quod maius videbitur, ratio perspicua est; quia ut radij ab eodem lucido, vel illuminato profecti in breuius spatum collecti, clarius illud & illuminatius reddunt, ita in maius distracti, minùs clarum efficiunt; si enim idem pluribus distribuatur, minùs singulis competit, plùs verò, si paucioribus.

Figur. 96. X. Cum ex *prop. 43. num. 8.* & reliquis satis constet, esse in lentibus, ut aggregatum semidiametrorum, ad semidiametrum conuexitatis, quæ respicit obiectum, ita duplum semidiametri alterius, ad distantiam foci à lente, inde facillè deducitur, posse tubum, vel produci, vel contrahi, in quacumque proportionem; immò si ADB sit tantum conuexa; & altera facies plana, duplo longior erit tubus, idque siue facies plana, siue conuexa ad obiectum obuertatur, nam perinde est; quamquam malim lentem vtrunque conuexam, quam ab altera tantum facie quia hæc obiectum quidem æquè amplificat, obscurius tamen reddit; nempe supponamus lentem vtrunque conuexam, ex æqualibus circulis, sitque distantia foci 10. palmorum, hæc est semidiameter circuli; sit autem alia conuexa ab altera dumtaxat facie, quæ radios projiciat ad 10. palmos, hæc erit diameter circuli; igitur semidiameter erit tantum 5. palmorum, pauciores igitur radios colliget, ut perspicuum est.

Fig. 100. XI. Alius modus est, isque, ni fallor, nouus, quo scilicet conuexum maioris sphaeræ compensatur; sit enim vtrum obiectuum cuius antica facies versùs obiectum, sit conuexa, altera versùs oculum, sit caua, v. g. AC iam

Propositio XLIV.

123

iam constat ex dictis 1. si AD sit recta, & G centrum circuli ABC , distantia foci à puncto B erit dupla GB , sit in S . 2. si accipiatur DK tripla GB , sitque arcus ADC descriptus ex centro K , cum radius refractus OK cadat perpendiculariter in arcum IDC , nullo modo refringetur, unde focus erit in K . 3. si ADC , ABC sint æqualium circulorum, ut primus refractus erit OI , ita secundus erit IL , ut patet, ac proinde focus infinite distabit à B , subduplus enim angulus GOK , est KIL . 4. si arcus ADC sit circuli minoris, secundus refractus distrahetur ab IL sinistrorsum, sit enim centrum minoris R , ducta RI angulus RIK est maior GIK , igitur angulus refractus, qui sit à secundo radio refracto est maior KIL . 5. si radius ADC assumatur maior DK , focus erit inter KS , nunquam tamen erit in S , quandiu ADC non erit recta; si verò accipiatur minor KD , sed maior GB , focus semper erit infra K , ita ut plus distet à B , sed quò maior erit radiorum differentia, minus distabit à K ; plus verò, quò minor; donec tandem cum nulla est differentia, infinite distet.

XII. Ut autem res ista paulò accuratius demonstretur, sit GB radius ABC , ad HD radium ADC , ut 4. ad 5. erunt diametri 8. 10. igitur angulus GOK ad HOK , ut 10. ad 7. sit KIT subduplus KIH , id est, $3. \frac{1}{2}$. est autem KIH , ad IKH ut 7. ad 5. igitur ITH erit $1. \frac{1}{5}$. & IHD 12. OGD 15. igitur OGD ad ITG ut 30. ad 3. seu ut 10. ad 1. igitur OG , vel BG , ad GT , ut angulus ITG ad GIT , id est, ut 3. ad 27. vel ut 4. ad 36. igitur GD ad DT , ut 4. ad 40. igitur ut differentia diametrorum 8. 10. quæ est 2. ad alteram diametrum putà 8. ita altera diameter 10. ad 40. quæ est distantia foci; igitur posito vitro obiectiuo AC , ita ut radius arcus ABC , sit GB 4. palmorum, & radius IDC sit HD 5. palmorum, focus distabit à vitro ABC 40. palmis; igitur si obiectiui loco statuatur hoc vitrum, telescopium erit 40. palmorum, ac proinde in eadem proportionem crescet obiecti apparentis moles,

Q 2

quod distinctè quidem, minùs tamen clarum apparebit, in ea scilicet proportionè, quâ apertura lentis *AC* minor est apertura lentis descriptæ radio 40. palmos longo, ut perspicuum est.

XIII. Itaque ex præmissis constat, 1. quænam sit perspicuorum ratio. 2. cur longior tubus, seu lens maioris sphæræ obiectum maius exhibeat. 3. quo situ lentes collocandæ sint. 4. cur obiecto propiùs accedente tubus explicandus sit, recedente verò contrahendus, donec tandem ea sit distantia, ex qua radij ab extremo axe profecti, & in extremam lentem incidentes, ipsi axi physicè paralleli sint. Seruatur enim eadem tubi mensura, quantumvis deinde obiectum remoueat. 5. obseruandum tamen esse, si ab ea distantia semel statuta obiectum propiùs & propiùs accedat mensuram tubi discrepare a ratione distantiae; sit enim obiectum *LK*, oculus *A*, angulus visorius *LAK*; si deinde statuatur in *HI*, *FG*, *DE*, *CB*, paribus distantiarum decrementis, non decrescunt anguli iuxta hanc proportionem, ut patet, nempe pro distantis *AL*, *AI* cum parum minuatur angulus, parum tubus explicandus, multum verò pro distantis *AB*, *AE*, cum angulus *BAC* sit quasi duplus anguli *DAE*; hinc si sit *AM* æqualis *ML*, eadem erit distantiarum & longitudinum ratio quæ est in distantis *AB*, *AE*; ut enim angulus *BAC* est fere duplus anguli *EAD*; ita *MAN* quasi duplus *LAK*. 6. constat vitrum obiectuum melius esse, quod & maiorem aperturam, & oculare acutius sustinet. 7. laterales radios excludendos esse; quia cum obliquius incidant, radiorum physicè parallelorum ordinem perturbant, ac proinde colores iridis circa lymbum accersunt: hinc si obiectum plus æquo splendeat contrahenda est apertura, ut sit in venere, ne basis projecta confundatur; sic autem inutilis veneris & stellarum coma rescinditur, seu tondetur, contracta scilicet obiectui apertura. 8. constat

Fig. 102.

8. constat etiam obiecti diametrum apparentem libero oculo spectati, esse ad apparentem adhibito tubo ER, ut GH ad GE, nempe EY videtur perinde atque si esset in H; sunt autem in minimis istis angulis anguli ut distantia. 9. Hinc stante obiecto in eodem loco, anguli sub quibus illud videtur per diuersos tubos, sunt ad sentum ut longitudines tuborum, cum scilicet ut EG ad FG, ita HG ad VG; sed hoc paulò accuratiùs demonstrandum; retentis enim iisdem extremis quatuor proportionalium, sint illæ GC, GH, ductisque BOK, ADI, aliisque connectentibus, inter GC, GH, mediant duæ DL, DF, item duæ DE, DM; ut autem LD ad MD, ita ED ad FD; quia cum DN DP sint æqualia, DL est ad DE, ut DM ad DF; igitur DL ad DM, ut DE ad DF. 10. siue apertura eiusdem obiectiui sit maior, siue minor, supposito eodem oculari acuto, obiectum videtur sub eadem diametro, obscurius tamen, quò apertura minor erit, ut iam *suprà* dictum est; nempe in obiectiuo est basis omnino confusa & in eo decussantur radij. 11. quod pertinet ad aperturam ocularis caui sufficit quòd æqualis sit ipsi pupillæ; cum ab ea radij extracti crystallino incidant; si tamen maior est, immoto tubo & obiecto, ad motum oculi, diuersæ obiecti partes videbuntur. 12. basis etiam confusa in crystallinum, vel corneam projicitur, & distincta in retinam; eodem prorsus modo, quo absque tubo projiceretur, nisi quod cum tubo sese pupilla accommodat cum

Figur. 96.

Fig. 103.

ipso crystallino, perinde atque si obiectum esset in H. 13. denique crescit angulus visorius ex duplici capite, adhibitis huiusmodi tubis, 1. ratione vitri obiectiui, maioris sphaerae, vel tubi longioris, vel distantiae foci ab ipso obiectiuo. 2. ratione vitri ocularis acutioris, ut patet ex dictis; clarius verò redditur ratione tum aperturae maioris, tum vitri obiectiui minoris sphaerae, tum ocularis mollioris, ut vocant, seu maioris sphaerae: cuncta haec ex dictis perspicua restant.

PROPOSITIO XLV.

Explicantur ea, quae pertinent ad telescopium constans ex duobus utrimque conuexis.

Fig. 104. I. Sit idem obiectum de quo antè, in A, & cavum oculare mutetur conuexum utrimque HG, cum eodem vitro obiectiuo BD, sit axis irrefractus indefinitè productus ACS; sit CE radius, seu semidiameter vitri obiectiui, ac proinde illius focus in E; in quo scilicet radij AD, AT colliguntur; ducatur FE parallela AV; certè ut radij AD, AT colliguntur in E, ita radij VD VT colliguntur in F; hinc EF est basis distincta, in qua imago obiecti intra obscurum conclaue representatur; productis autem DEI, TFI aliisque pariter, ita statuatur altera lens HG, longè acutior priorè, ut radij incidentes in eam à basi distincta FE projiciant basim confusam in crystallinum PR, id est, eidem, à lente HG, physicè paralleli incidant; debet autem HG distare ab FE, radio, seu semidiametro lentis GH; sed de hoc paulo post.

II. Est autem obiecti diameter oculo libero, ad diametrum eiusdem cum gemina lente, BD, HG iuxta prædictum modum formata & sita spectati, ut semidiameter lentis HG ad semidiametrum lentis BD; pro quo, suppono radios procedere à basi distincta FE, perinde atque si in FE esset obiectum, sub semidiametro EF,

EF, & sub eodem angulo spectatum ab oculo libero, quo spectaretur in CB, sub semidiametro CB: suppono deinde, ex demonstratis, statuto in E centro lentis HG, radium EI post geminam refractionem in lente GC, ire parallelum physicè axi ES; sit enim LB, ex centro L, in lentem AB incidens, sit C centrum oppositum, ita vt CB, LB sint physicè æquales, ac proinde anguli BLC, BCL æquales; ducatur GBD parallela ID, & producantur CBH, LBF; erunt anguli LBG, HBG æquales; igitur LBH, qui est angulus inclinationis duplus BLC; itaque sit LBH, vel CBF, 12. erit CBD 6. igitur EBF 4. posito quod EB sit primus radius refractus; igitur accipiaturs DBE $\frac{1}{2}$. EBF erit DBE 2. igitur DBF 6. igitur secundus radius refractus est DB parallela axi CL.

Fig. 106.

II. Iam verò, vt ad primam figuram redeamus, cum radij à C, crystallino PR, citra lentes illapsi, sint physicè paralleli, perinde se habet secundus radius refractus, profectus ab E, atque si à C profectus esset; & cum radius DFO in HG incidat, perinde atque si ab F procederet, & punctum O idem physicè esset cum puncto I; nempe I designat arcum lentis intra quem illapsi radij præscriptum seruant refractionum ordinem, haud dubiè non erit parallelus, vt IP, sed accedet ad axem ES; igitur refringetur in T opera crystallini; igitur cum D perinde se habeat atque si esset in F, si ex centro pupillæ per F radius visorius ductus censeatur, faciet angulum sustentum ab EF, qui est angulus FDE, vt EC radius lentis BD, ad EI radium lentis HG; sed diametri obiekti spectati sunt vt anguli; igitur obiekti VA libero oculo spectati diameter est ad diametrum eiusdem spectati cum gemina lente BD, HG, vt semidiameter HG, ad semidiametrum BD; quod nescio, an vllus hactenus demonstrarit.

IV. Hinc obiektum videtur euerso situ; cum radius profectus ab V imâ parte obiekti, terminetur in T
imam

imam partem oculi ; hinc tubus producendus est , toto scilicet aggregato ex radiis caui & lentis ocularis conuexæ : hinc quo lentes sunt maioris sphaeræ , differentia longitudinum maior est , idque ex duplici capite , 1. quia quo vitrum obiectuum est maioris sphaeræ , cavum oculare minus acutum est , vt dictum est *suprà*. 2. quia etiam lens ocularis vtrunque conuexa minus acuta est ; sed maioris sphaeræ ; igitur radius vtriusque scilicet lentis & caui longior est ; igitur maius aggregatum ex utroque radio.

V. Lentis ocularis apertura versùs oculum contrahitur , ne scilicet radij laterales ordinem refractionum perturbantes , oculo incidant ; si autem lens illa sit maioris sphaeræ , ab oculo tantulum remouetur , in maioribus præsertim tubis ; focus enim longius projicitur ; itemque basis confusa , quæ in anteriore facie esse debet , vt iam *suprà* dictum est ; igitur crystallinus à lente paulò remotior esse debet : præterea pro diuerso crystallini statu , oculus propius lenti admouetur , vel longius ab ea recedit ; si enim anterior crystallini facies planior sit , longius à lente recedit , si rotundior , accedit ; ratio ex supra demonstratis faciliè redditur ; immò aliqui præsertim senes vix ocularis caui patientes sunt ; quia crystallini antica facies ita iis detumuit , vt cum in planum ferè ierit , radij qui cum axe in oculi fundo concurrere debent , minus incuruentur , quàm par sit , vt in eo coeant : hinc non dubitarem asserere , prædicti caui patientes fore , si communia perspicilla adhibeant.

VI. Quò lens ocularis est acutior , obiectum maius videtur ; quia cum IE minor sit , id est , cum I accedat ad E , crescit haud dubie ratio CE , ad EI ; sed diameter apparens obiecti crescit in eadem proportionem , vt demonstratum est ; hinc tubus tantulum contrahendus , & oculus propius admouendus , vt patet ex dictis ; quò verò prædicta lens acutior est , & obiectum maius apparet , minus clarum videtur ; ratio patet ex dictis *suprà* ; quò enim radij magis contrahuntur , illustrius obiectum exhibent ;

exhibent; at minus illustre, quando explicantur, seu distrahuntur; posset autem compensari longitudo tubi, si lens obiectiua cuiuslibet ocularis patiens esset; nempe sit radius obiectiue telescopij maioris ad ocularem suam, vt 30. ad 1. sitque datus radius cuiuslibet alterius obiectiue, longè minoris, hic haud dubiè ad alium esse potest in eadem ratione $\frac{30}{1}$. sed quia vbi lens ocularis eò paruitatis, seu acuminis, vt vocant, redacta est, vt illa portio, in qua radij ordinati refringuntur, ipsa pupilla maior sit, vel hoc nomine inutilis censenda est; tum propter luminis penuriam, tum quia basis confusa in crySTALLINUM vix projici potest: pro formicarum oculis illæ quidem acutissimæ lentes sufficerent, non tamen humanis; ita etiam pro bubulis oculis longè maior lentis ocularis apertura esse posset; hæc autem ex dictis perspicua sunt.

VII. Poterit etiam lens ocularis esse vel æqualiter conuexa, vel inæqualiter; seruata tamen distantiarum proportionem, sit semper vt aggregatum semidiametrorum ad semidiametrum conuexitatis, quæ est versùs oculum, ita diameter alterius conuexitatis ad distantiam huius lentis à foco lentis obiectiue, vt iam *suprà* demonstratum est; vnde tubus paulò breuior erit, quàm si conuexitas versùs oculum alteri æqualis esset: præterea si lens ocularis sit maioris sphæræ, debet esse paulò maioris subten sæ, seu chordæ, cum enim longiùs distet à foco lentis obiectiue, & cum bases sustinentes eundem angulum sint vt latera, vbi hæc maiora sunt, basis etiam maior est; hinc lentem crassiorem esse necesse est, vt patet; longior enim chorda maiori arcui subtenditur; maioris autem arcus sinus versùs maior est; sed crassitudo lentis est semper dupla sinus versu, seu sagittæ: in his, nulla est penitus difficultas; siue autem lentem integram siue duas semilentes in communi plano contiguas, tubo quis admoueat, omnino perinde est.

R.

VIII. Procurandum est, ut lens ocularis sit minus crassa, hoc est, ut illi subtenfa chorda sit breuior; nempe hac ratione obtinebitur, ut obiectum melius repræsentetur, idque ex multis capitibus. 1. quia cum in tota vitri crassitudine radij reflectantur, iuxta ea quæ à me *suprà* demonstrata fuerunt, quò minor erit dicta crassitudo, eò pauciores radij reflectuntur; igitur eò plures traiectione oculo deinde incidunt; unde obiectum illustrius euadit. 2. radius accuratius refringitur, nempe intra minoris crassitudinis segmentum, pauciores occurrunt pori, unde medij diuersitas & nouæ refractionis causa, vel in illa hypothese, quæ lumen, corporis lucidi effluuium, vel tenuis materiæ motum esse statuit, rectorum pororum series tunc facilius habetur; radij porro iuxta præscriptas leges accuratius refracti obiectum distinctius exhibent. 3. intra minorem crassitudinem facilius erit vulgares illas bullulas abigere; hoc est lentium ocularium pestes; alias item maculas, lineas, spirulas, &c. quæ representationem vitiant supra modum. 4. Radij laterales obliquius incidentes, quibus scilicet refractionum regularum rectus ordo perturbatur, vel inde manent exclusi; cum lens minus crassa arcu minore comprehendatur; videndum tamen, ne arcus iusto minor sit, ad excipiendam totius coni basim, quæ scilicet totam obiecti aream distinctè videndam exhibet. 5. Radij ducti à lente ad focum, ad æqualitatem propius accedent, nempe ad prædictam refractionis regulam, æquales physicè supponuntur, immò est nulla physicè lentis crassitudo; igitur si hæc minor sit, ad nullam physicè propius accedit. 6. Hinc supposita interna conuexitate, quæ scilicet ad focum spectat, immobili, cum externa, seu quæ spectat ad oculum, introrsum adducatur, focus tantulum remouendus, ac proinde tubus tantulum explicandus: hæc autem adeò clara sunt, ut schemate opus non sit.

IX. Pauca restant huc pertinentia. 1. lens crystallina probè tornata ac læuigata obiectum illustrius exhibet
quàm

quàm vitrea; quia scilicet illa est magis perspicua, seu diaphana; radiis igitur faciliorem transitum præbet, nec refractionum mensuram sensibilibiter mutat; æqualis enim ferè utrimque densitas, quod vel ex pondere confirmatur. 2. pro diuersa crystallini, vel oculi affectione, vel indole, propius aut remotius lenti oculari admouendus est, ad hoc scilicet ut basis distincta in fundum oculi melius projiciatur; sic aliqui ut distinctè obiectum videant, oculum proximè admouent quod tamen ab aliis in tam modica distantia confusum videtur. 3. hinc illi, quibus talis oculorum indoles, ut proxima tantum distinctè videant, inter lentem & oculum cavum speculare adhibere debent, pro quo eadem, quæ *suprà*, ratio militat.

PROPOSITIO XLVI.

Lens ocularis ex duabus semilentibus in centro, seu polo-
conuexitatum coniunctis, & extrinsecus utrimque planis, explicatur.

I. Hoc fuit inuentum Eustachij Diuini præstantissimi fanè viri & huius artis peritissimi, quod quia à nullo, quod sciam, demonstratum fuit, hanc prouinciam hinc ultro suscepi. Sit ergo lentis ocularis iuxta prædictum modum compositæ sectio per axem BP, centrum, seu Fig. 107. polus communis A; semidiametri æquales RA, MA, crassitudo BP, quæ insensibilis supponitur, in ordine ad æqualitatem linearum MA, MP, MI; supponatur radius NL parallelus axi RM; irrefractus peruenit in D, in puncto verò D ita refringitur in DE, ut DE producta perueniat in F, ita ut FM æqualis sit MA. ut *suprà* demonstratum fuit; ducatur ME, angulus EMA est duplus anguli MFE, vel MEF; sit hic ut 3. erit ille ut 6. igitur radius refractus IE facit angulum FEI, ut 1. igitur IES ut 4. sit IG parallela SE, & EI, producta in K; erit etiam angulus

R 2

K I G vt 4. sit I V radius refractus, erit K I V vt 2. igitur V I G vt 6. igitur æqualis A M E, igitur I V parallela M E; igitur M E, V I physicè loquendo pro eadem linea accipi possunt; igitur radius incidens N L D refringitur tandem in centrum M; igitur radius M I ita refringitur vt tandem in D N parallelus sit axi M P.

II. Hinc si M sit focus lentis obiectiue, & ita admoveatur lens ocularis, in prædictum modum composita, eundem quo ad hoc præstabit effectum, quem præstaret lens vtrunque conuexa, ita vt radij à foco V producti, & in dictam lentem incidentes, tandem paralleli crystallino incidant, quod fuerat demonstrandum. Iam demonstrandum restat, quod nullum inde incommodum proueniat, ex eo fortè; quod tum refractiones, tum radij refracti in lente, iuxta prædictum modum composita multiplicentur, nempe in hac sunt tres refractiones, in punctis scilicet D E & I & tres radij refracti, D E, E I, I M vel I V; cum tamen in lente vtrunque conuexa sint tantum duæ refractiones, & duo radij refracti. Sit autem dimidium lentis vtrunque conuexæ, ac sectæ per axem B R C, centra F E, sinus rectus communis A R; sitque radius T S incidens, axi parallelus, refractus in S Z, ac deinde in Z F; vides duas refractiones in punctis S & Z, & duos radios refractos S Z, Z F sit etiam dimidium lentis nouo modo compositæ C B P Q, polus communis A, centra D G; sit radius incidens H K L, refractus in L M, tum in M N, ac demum in N G; vides tres refractiones & tres radios refractos.

III. Hoc tamen non obstat nempe alter radiorum, cum sit in libero aëre, nihil à medio patitur detrimenti; vtrunque igitur excipiendi sunt radij, qui per aëra ducuntur, scilicet Z F, N G, L M; restant igitur, hinc radius S Z, inde M N, cui etiam addo K L, qui licet refractus non sit, æquè tamen à medio patitur; aggregatum autem ex K L, M N comparari debet cum S Z, quæ haud dubiè est longior aggregato ex K L, M N; nempe M N est sensibiliter minor ipsa V X, vt patet ex calculatione, K L est

est etiam minor SV , quia est æqualis SX , minore SV ; igitur totum aggregatum ex KL , MN , minus est ipsa SZ , igitur ex hoc capite non modò hoc genus lentis deterius non est, sed alteri omnino præferendum; nec enim refractio illa, quæ fit in L negotium vllum faceffit, sicuti neque illa quæ fit in Z ; in K nulla fit refractio: fateor tamen vltro radium KL dum vitrum subit, non parum impediri, vt patet ex dictis, non tantum in ipso ingressu K ; verum etiam in toto decursu KL ; itemque MN , ita vt impedimenta sint ferè vt radiorum aggregata, qui per vitrum eunt; cum igitur aggregatum ex KL MN sit minus SZ , quid mirum, si minus impediatur; hinc vides, quantum iuuat minor lentium crassitudo, in quibus scilicet radij refracti minores sunt; vides etiam lentium multiplicationem modò subtiliores sint non facere vt, obiectum obscurius euadat, modò aggregatum crassitudinum non superet crassitudinem alterius maioris. Hinc fortè aliquando accidit, vt crassiores lentes, maioris scilicet sphaeræ & aperturæ, obiectum obscurius reddiderint; licet alioquin lens obiectiua probè tornata esset.

IV. Ex aliis etiam capitibus novum hoc genus lentis alteri præferendum est. i. quia idem radius incidentiæ, qui à foco cadit in conuexum duplo maiorem angulum inclinationis facit, quam cum idem cadit in planum lentis nouæ, v. g. sit focus F , sit EIC Fig. 109. conuexum lentis vulgaris, sit DC planum, sit radius incidens FGI , sit A centrum arcus EC , sit AIS , item GT , IP parallelæ axi AF , angulus inclinationis respectu plani est TGF vel CFG ; at respectu conuexitatis EIC , angulus inclinationis est FIS ; sed FIS est duplus anguli FIP ; quia FI , AI supponuntur physicè æquales; igitur SIF est duplus anguli IFC ; sed quò angulus inclinationis maior est, minùs accuratus est supra præscriptus refractionum ordo, vt patet ex dictis; hinc colores iridis, saturi quidem versùs oram apparentis obiecti

versus medium dilutiores; dictos porro colores hoc genus lentis expungit, propter rationem expositam, quod quanti faciendum sit, nemo non videt.

- V. Præterea radij à foco F profecti, incidentes in CD, minorem habent proportionem inæqualitatis, quàm cadentes in convexum CIE; sic FC minus differt ab FG, quam ab FI; hæc autem æqualitas physica multum confert ad rectum refractionum ordinem, nec non distinctam imaginem projiciendam; nempe si prædicta inæqualitas paulo maior sit, radij ultra paralleli non eunt, mutatur focus anguli refractionum, præscriptam rationem mutant; vno verbo, versus marginem & oram obiecti, ob angulum inclinationis maiorem, ex quo etiam sequitur angulus refractionis maior, angulus visorius inde quoque maior est, v.g. sit DE versus medium obiecti, sit AB æqualis, versus eiusdem obiecti extremitatem, supponamus AB videri sub maiore angulo, DE sub minore, IF sub minore quàm AB, & maiore quàm DE, inde sequitur, lineas rectas DA, EB, non vt rectas DA, EB, sed vt curuas DGC, EHK videri; cur autem AB videatur sub maiore angulo, quàm DE, quando scilicet obiectum paulo vicinius est, ideo fit, quia tunc radij ab extremitatis dato quolibet puncto profecti, & in lente obiectiua refracti, à foco, seu centro lentis longius colliguntur, vnde in lentem ocularem obliquius incidunt, necesse est; vnde maior angulus visorius necessario sequitur v.g. sint FG, AB, æquales, hæc versus extrema obiecti, illa versus axem & medium, sintque
- Fig. 111. FA GB rectæ parallelæ; radij AC, BC, vt incidunt obliquius in lentem obiectiuam, ita illorum foci magis distrahuntur in basi distincta, ac proinde in lentem ocularem obliquius incidunt, & sub maiore angulo, seu apertura, vnde tandem ad distinctam basim, sed maiorem, in retina terminantur; hinc dictus effectus necessario sequitur, vt rectæ FA, GB curvæ appareant, eo modo, quo *suprà* explicatum est.

VI. Vtrique

VI. Vtrique ergo incommodo nouum lentis genus occurrit, cum scilicet obliquiorem illam incidentiam arceat, & maiorum radiorum à foco lentis profectorum æqualitatem inducat; vnde & colores iridis expunguntur, & æqualitas æqualibus obiecti partibus intacta relinquitur; sed præter hæc incommoda, quibus occurrit prædictum nouæ lentis genus, alia sunt commoda, quæ affert; primò enim, molem obiecti, id est angulum visorium amplificat; tum quia multos radios laterales, qui cum alioquin contracta lentis ocularis versùs oculum apertura, excludendi essent, ne aliorum ordinem ob incidentiam obliquiorem perturbarent, intra dictum ordinem continet, cum obliquiorem illapsum impediat, eo modo, quo *suprà* dictum est, tum quia lens huiusmodi acutior esse potest, quàm alia vtrunque conuexa, cum obliquiorem radiorum illapsum non timeat; tum demum quia radios à foco profectos sub maiore angulo excipit; sit enim prædictus focus G, ducatur GR, aut GY, radij à foco G profecti non possunt incidere in lentem vtrunque conuexam sub maiore angulo, quàm sit YGR, cum tamen in lentem nouam illabi possint sub angulo QGO, qui priore longè maior est. Fig. 108.

VII. Maior item campus, vt vocant, obiecti apparet, cum longè plures radij laterales, id est ab extremitatibus obiecti profecti, qui alioquin post decussationem in foco, in lentem vtrunque conuexam, vel nullo modo, vt dixi, vel obliquiùs iusto illaberentur, in nouæ lentis planum incidant, idque subduplo inclinationis angulo; ex quo certè campus amplificatur: prætereà maiorem obiectiui aperturam sustinet; quia scilicet radios etiam obliquiùs in obiectiuum illapsos post decussationem in foco ad minùs obliquum inclinationis angulum reducit; vnde, quod ex eo timendum erat, non sequitur refractionum confusio: Deinde hinc etiam concludo, obiectum illustrius exhiberi, ex hoc saltem capite; quia plures à singulis obiecti punctis radij excipiuntur, ob maiorem scilicet aperturam; ex hoc saltem, inquam, cum

ex

ex alio capite obscurius euadat, ex eo scilicet, quod maius appareat; sic enim radij valde distrahuntur.

VIII. Aliud etiam commodum est, quod imago distincta sit nitidior, id est, ut vocant, rectè terminetur; hæc nempe recta terminatio à refractionum confusione vitiatur, & hæc confusio partim ab obliquiore illapsu, partim à radiorum post decussationem in foco inæqualitate prouenit, ut constat ex dictis; vides quanta inde commoda: sed inquiet aliquis medij vitia, vapores scilicet, hoc genus lentis non sustinet: hic tantulum gradum sisto, & dico, medium ex 2. capitibus vitiari, primò à crassiore vapore, seu halitu; secundò ab illuminatione interrupta; vtrumque explico, primum quidem, vapor medium vitiatur; quia aliquid nouæ refractionis & reflexionis inducit, qua certè oculus plurimum afficitur; illa enim halitus filamina & vaporis corpuscula ita amplificantur, ut sensibilia euadant, & eorum tremulus motus visionem vitiet; hoc porro succedit maioribus telescopiis, quæ obiecti molem, ac proinde prædicta corpuscula valde amplificant.

Fig. 112.

IX. Sed, inquiet qua proportionem amplificantur prædicta vaporum corpuscula, eadem amplificantur partes obiecti ab iis testæ, v. g. sit obiectum apparens telescopio minore, sub diametro AB, & maiore, sub diametro GH; sint corpuscula EF, quæ tegunt partes C, & D, eadem amplificata in LM, tegunt partes K, & I, in eadem proportionem amplificatas; si ergo telescopium maius ob halitum, seu vaporem interpositum obiectum obscurè repræsentat, quod tamen à minore nitidè repræsentatur, id certè non maiori vitro, sed eiusdem vitio, eo quòd malè tornatum sit, tribuendum est. Ita non nemo aliquando contra Eustachium nostrum ratiocinabatur; sed ni fallor malè concludit ratiocinium; nam minus telescopium non ita prædicta vaporum filamina amplificat, ut sensum afficiant, ac proinde perinde se habent, atque si non interciperentur; deinde licè darem, vtrumque obiectum confundi, nam perinde est, siue

siue tegantur D, C à corpusculis EF, in ordine ad obiectum AD, atque si tegantur K, I ab LM, in ordine ad obiectum GH; licet inquam hoc darem, posito quod prædicta corpuscula immobilia sint; si tamen supponamus tremulum illorum motum, quem aëris feruorem vulgò appellant, certum est, fore, vt maiora corpuscula tremulo illo motu agitata visionem confundant cum tamen minora, quæ vix sensibilia sunt, quamuis eodem motu agitata, parum, aut nihil oculum afficiant; en tibi germanam rationem, cur prædictus aëris feruor tuis vitris non noceat, secus verò nostris; quia scilicet tuis parum amplificatur, ita vt vix sensum feriant; secus verò nostris, vt supra dictum est.

X. Alterum caput vt dixi petitur ab illuminatione mediij interrupta; nempe si telescopium ita colles, vt radij ab obiecto profecti ac deinde tubo excepti, per medias quasi arbores trajiciantur, id est, per aëris tractum vmbellis & libera luce distinctum, inde non parum confusionis nascitur in oculo, & in obiecto; quia scilicet atomi, quæ tractui luce perfuso insunt, refractum, vel reflexum lumen diuersimodè refundunt, ita vt diuersam ab ea oculo imprimant affectionem, quæ ab aliis atomis modica luce perfusis reflectitur; sic dum oculo libero aspicio quodlibet obiectum per medias atomos modica luce perfusas; distinctè illud video, nec illæ atomi visionem confundunt; si vero radius solis per fenestram illapsus per medium tractum mediij eat, iam illæ atomi multa luce collustratæ ita oculum afficiunt, vt aliqua confusio inde accedat in ea parte obiecti, à qua emissi radij per dictas atomos trajiciuntur: centies id probauimus oculo libero, quod longè melius succedet, si oculus à dictis atomis paulò plus distet; si autem oculo libero? quid si telescopium adhibeatur, quod dictas atomos illustratas magnoperè amplifcet? Sed meum, inquis, nihil inde accipit detrimenti; sed iam reposui, obiectum & atomos parum à tuo amplificari, ita vt hæ vix oculos afficiant;

S

quid igitur mirum, si nihil hinc detrimenti accedat; dulciores quippe lentes maioris scilicet sphaerae adhibes, quae longè minorem campum & minorem obiecti molem exhibent.

XI. Vnum omiseram obseruatione dignum, quod scilicet ita plano lentis noui generis oculi pupilla admoveatur, ut ab omnibus plani punctis æquidistet, nimirum interceptis lineis parallelis æqualibus, cum tamen omnes lineae parallelæ à conuexo lentis productæ inæquales sint; præterea intra lentem vtrunque conuexam omnes radij refracti inæquales sunt, cum tamen intra lentem noui generis æquales sint, physicè omnia scilicet aggregata refractorum v.g. C B N M L K: multum autem confert huiusmodi radiorum refractorum æqualitas ad præscriptum refractionum ordinem seruandum;

Fig. 107. quod si vacuitas A C S aqua plena sit, radius D E erit quidem refractus, sed parum admodum; vnde perinde ferè se habebit, atque si N E rectus esset, ac deinde refringeretur in E F, vnde dupla esset foci distantia. Sed de his satis.

PROPOSITIO XLVII.

Explicantur telescopia pluribus lentibus instructa.

I. Occurrit primo loco telescopium quatuor lentibus instructum, in hunc modum; statuatur obiectum cum lente obiectiua solito modo, projiciens radios in focum E, erit A E B basis distincta nempe in E colliguntur radij profecti ab eo puncto obiecti, ad quod axis opticus terminatur; item in A, profecti ab imo puncto; profecti demum à summo in B; collocetur autem altera lens in C D; ita ut E sit focus lentis C D; quia verò radij E C, E D atque ita reliqui profecti ab E, refracti in lente C D, sunt paralleli, statuatur altera in F G basi confusa, in qua scilicet radij profecti ab A E B ita confunduntur, ut ad quodlibet illius punctum singuli radij

Propositio XLVII. 139

radij à tribus punctis A E B profecti terminentur; æquè porro distat C D ab A B & G F; sit autem in H I alter focus lentis F G, ac proinde H I altera basis distincta; sit in K L lens vltima, cuius focus sit in H I, radios profectos ab E confusos, seu dispersos in G F, collectos iterum in H I, dispersos postmodum in K L, ita emitter, vt paralleli crySTALLINO M N incidant, ac demum colligantur in O; radij verò ab A profecti dispersi in C D, G F, collecti in I, ac dispersi deinde in K L, M N, colligentur in P.

II. Hinc obiectum in recto situ videbitur; nempe collecti in A ab ima parte obiecti profecti sunt; & cum in P colligantur, id est, in superiore parte retinae, in qua imago, everso situ depingitur, obiectum ipsum in recto situ videri necesse est, vt constat ex demonstratis *suprà*; suppositis autem tribus lentibus C D, F G, K L; æqualibus, erit distantia F K dupla distantiae F C; potest tamen vna lens, puta K L, esse acutior, seu sphaeræ minoris, quàm C D, vel G F, vt scilicet obiectum maius appareat; erit autem diameter obiecti oculo libero spectati ad diametrum eiusdem aspecti per tubum opticum, vt semidiameter lentis C D ad semidiametrum vitri obiectiui, suppositis lentibus æqualibus; suppositis verò inæqualibus, in ratione composita radij lentis C D ad radium vitri obiectiui, & radij lentis K L, ad radium lentis F G; nempe vitrum obiectiuum adducit obiectum in A B, scilicet in basim distinctam ac denuo C D & G F in H I alteram basim distinctam; vnde lens K L perinde se habet atque si F G esset vitrum obiectiuum, cui à singulis punctis obiecti seu basis distinctæ A B radij illabuntur, id est, omnibus à singulis, & singulis ab omnibus, iique paralleli à singulis operâ lentis C D; sed posito vitro obiectiuo F G, foco & basi distincta H I, lente oculari K L, obiectum oculo libero spectatum esset ad spectatum per tubum instructum duobus vitris F G, K L, vt radius F G ad radium K L; igitur ad spectatum per tubum quatuor hisce vitris instructum

in composita radiorum *CD* & obiectiui, & radiorum *KL*, *FG*.

III. Hinc, vt dixi, si lentes æquales sint, erit vt semidiameter lentis *CD* ad semidiametrum vitri obiectiui; si verò inæquales pro diuersa inæqualitate erit diuersa ratio v. g. sit radius obiectiui quadruplus radij lentis *CD*, & radius lentis *FG* duplus radij lentis *KL*, ratio composita ex duabus $\frac{4}{1}$. $\frac{2}{1}$. erit $\frac{8}{1}$. si verò prædictæ rationes sint $\frac{4}{1}$. $\frac{1}{1}$. composita erit $\frac{4}{1}$. Hinc procurandum, vt quantum fieri poterit, sit maxima ratio radij vitri obiectiui ad radium lentis *CD*, & radij lentis *FG* ad radium lentis *KL*; hinc quò duæ lentes *CD*, *KL*, acutiores erunt, maius obiectum videbitur; item quo vitrum obiectivum erit maioris sphaeræ, & lens media *FG*; contra verò, quò lentes *CD*, *KL*, molliores erunt, vt vocant, id est, minùs acutæ, obiectum minùs crementum accipiet, illustrius tamen videbitur, iuxta communem regulam; nempe, vt iam dixi, quò maius obiectum apparet, illius lumen magis distrahitur; inde igitur minùs clarum redditur; vnde obiecti claritudo bonitatis vitri certum argumentum non est, sed tantum lentis minùs acutæ.

IV. Hinc lens *FG* vice obiectiui defungitur; vt patet; hinc eadem pro illa regula statuenda est; nempe vt modica est obiectiui apertura, quam oculum vocant, ita & lentis *FG* modica esse debet; & vt obiectivum, cuius apertura iusto maior est, colores inducit, ita prorsus lens *FG* inducit eosdem colores, qui scilicet à radiis lateralibus obliquiùs illapsis proueniunt; hi porro contractâ aperturâ lentis *FG* excluduntur; item vt maior apertura obiectiui plus luminis aspergit obiecto; quia tunc plures radij incidunt, ita & maior apertura lentis *FG*: denique vt maior obiectiui apertura maiorem campum aperit, ita & maior apertura lentis *FG*: quâ reuerâ contractâ, non mirum est, si & campus obiecti contrahatur, & colores inducti expungantur: hinc vides, esse quasi ad instar gemini, seu duplicari

duplicati telescopij compositi ex maiore obiectiuo & ocu-
 lari CD, & minore obiectiuo FG, & oculari KL:
 Hinc si inter FH statuatur vitrum cavum, obiectum
 distinctum videbitur, situ licet everso: Hinc si lens FG
 sit conuexo plana longius basim distinctam HI projici-
 ciet, vnde maius obiectum euadet, & illustrius; quia
 lens erit minus crassa: Hinc demum, vt in lentibus CD,
 KL omni studio & curâ notæ illæ, seu maculæ, aut bul-
 lulæ vitri fugiendæ sunt, ita minus curandæ in lente
 FG, vt & in obiectiuo, cuius munere defungitur. Ex
 dictis etiam constat prædictas lentes componi posse iux-
 ta nouum Eustachij nostri inuentum, de quo *suprà*
prop. 46. vnde enumerata *suprà* commoda consequen-
 tur, de quibus iam satis dictum est; existimarem ta-
 men, lentem FG cum obiectiui munere defunga-
 tur, vel simplicem omnino, vel vt dixi, plano conuexam
 esse posse.

V. Possunt etiam adhiberi tria tantum vitra in hunc
 modum; sit focus obiectiui B, & prima basis distincta Fig. 114
 AD, sit primò lens ocularis QE, cui admotus ocu-
 lus obiectum videt everso situ; ab ea verò ita remouea-
 tur, vt obiectum erecto situ appareat; quod reuerà fieri
 debet; nempe radij AF, DG ab extremitate basis ca-
 dentes in lentem QE, in ea refringuntur, & in H de-
 cussati, in partes deinde contrarias eunt ac proinde
 oculus in IK obiectum in erecto situ videbit, si porro in
 IK lens altera statuatur, habebitur telescopium ex tri-
 bus vitris compositum; nempe radij à B profecti, ita
 incuruantur in QE, vt deinde paralleli incidant IK,
 vbi denuo incuruantur versùs focum lentis IK; radius
 verò AF HK^m cum incidat quasi parallelus in crystalli-
 num L^m refringitur in ⁿ; vnde obiectum rectum vide-
 ri, necesse est; quia profectus ab ima parte obiecti colligi-
 tur in A, ex A verò per FK^m colligitur in ⁿ superiore
 oculi parte; vnde obiectum in erecto situ videri, necesse est.

VI. Iste modus multis incommodis laborat, quia sine
 certa lege componitur; quia scilicet nulla habetur ratio

foci lentis QE ; si tamen contrahatur apertura lentis QE ; aliqua ex parte prædictis incommodis occurreretur; vix tamen obrineri potest, ut res bene succedat; licet enim contractâ lentis QE aperturâ, colores Iridis expungantur, exclusis scilicet lateralibus radiis, à quibus colores illi conciliantur, multa tamen restat confusio, ex eo maximè procedens, quod radij à puncto B profecti, crystallino L^m paralleli non incidant; unde non sine oculi nisu in O colliguntur; huic etiam minùs accurata terminatio, & basis minùs distincta; sed quandoquidem hic telescopij modus vitiosus est, in eo ultra immorandum esse non puto.

VII. Sex vitra tubo inferi possunt, ita ut quintum sit Fig. 113. ad KL , ut FG , ad CD ; & sextum ad quintum, ut KL ad FG ; unde ut FG fungitur vice obiectiui respectu KL , ita & quintum respectu sexti seu ultimi; sic autem maius adhuc obiectum representatur, & cum priore ratione composita, componenda est ratio, quam habet radius sexti ad radium quinti; hinc quintum vitrum eodem modo contrahi & collocari debet, quo tertium in telescopio quatuor vitris instructo; ubi porro sunt sex vitra, eo quo dixi, modo disposita, obiectum everso situ videtur; ut enim radius ab A cadit in imam partem quarti vitri KL , ac proinde in imam crystallini mn , ita cadit in imam quinti, & inde per focum in summam sexti, ac proinde in summam crystallini, ac demum in imam retinæ; unde obiectum everso situ videri necesse est, nempe in A summo puncto basis distinctæ, colliguntur omnes radij ab ima obiecti parte profecti, ut *suprà* abundè dictum est; ut autem obiectum erecto situ videatur septimum & octauum, analoga tertio & quarto, vel quinto & sexto adhibenda; hinc enim fiet, ut radius ab A profectus parallelus cadat in imam partem crystallini n , unde refringatur in summam oculi P .

VIII. Propter multiplices refractiones subtilissimæ lentes adhibendæ sunt, immò semilentes plano conuexæ, unde fiat ut aggregatum segmentorum radij vitro immersorum

immersorum non longè superet segmentum crassiori lenti immersum : posset tamen collocari quarta lens in HI, & quinta in KL, ita enim refringentur radij in dicta lente quarta, vt post duas in ea refractiones, incidentibus paralleli fiant ; quod vt demonstretur, sit AC chorda tertiæ lentis, & illius focus F, in quo collocetur quarta lens DE, sit radius AFOM, rectâ productus, præscindendo à lente, angulus incidentiæ est OFT, æqualis POF; sit OFI $\frac{1}{2}$. anguli IFT, ducantur BIG, FIH, sitque HIK ; anguli HIG, vel FIB; quia verò propter tenuitatem vitri BF, BI supponuntur æquales physicè, angulus TBI pro nihilo physicè reputatur; est enim ad FIB vt FB, ad FI; id est radius lentis ad crassitudinem, id est, ad nihil physicè, igitur physicè FIB, IFT sunt æquales; sit autem angulus TFO vt 3. erit IFT, vel GIH vt 2. igitur HIK vt 1. igitur IK, FO sunt physicè paralleli; sed Om cadens in lentem Qm, cuius focus est F, ita refringitur in quarto vitro, vt deinde parallela crySTALLINO incidat, igitur IK ipsi parallela ita refringitur, in lente QM, id est in quinto vitro vt deinde parallela eat in LS; si autem producatur KI secabit axem BR in eo puncto, in quo focus lentis Qm collocandus est. Hinc vides quam modica sit differentia, inter Telescopium ex quatuor, & aliud ex quinque vitris compositum: inde porro lens Qm acutior esse poterit ac proinde tubus contrahi.

IX. Ex his, reliqua facile intelligi possunt; v.g. 1. quod possit acuto cavum, quarti vitri loco collocari, sed inter HI. FG, cuius respectu, FG obiectiui loco fungetur. 2. acuto cavum parvum campum vt vocant aperit; quia radios distrahit laterales qui scilicet obliquius incidunt. 3. non æquè obiectum amplificat atque lens vtrunque conuexa; patet ex dictis. 4. potest tubus diuersis modis componi, v.g. retentâ solâ lente CD; tum additâ secundâ KL & tantulum versùs CD promotâ, tum etiam additâ tertiâ FG, producto tantulum tubo; tum demum

demum additâ quartâ iuxta focum AI , contracto tantulum tubo; atque ita deinceps 5. possunt ita componi lentes, ut obiectiua aliarum minima sit; immò ipsa ocularis adeo magna sit, ut radios parallelos extra tubum projiciat, cui uterque oculus admoueri possit; hic modus Rheïtinus erat; cui tamen Diuinianus, de quo *suprà*, longè est anteponeendus. Vis figuram; sit AB lens

Fig. 116. minor, cuius focus sit C , sit DE maior hæc radios parallelos projicit DF , EG , quibus facillè uterque oculus admoueri queat.

Fig. 117. X. Non est porro omittenda fabricandi angiscopij, ut vocant, ratio, iam ab aliis tradita; quare illam obiter perstringo. Sit obiectivum AC , illius focus G , sit speculum planum EDF , & angulus BDE , vel FDG sit semirectus; refringetur BD , in DH , cadente perpendiculariter in BD , sint DG , DH æquales, ducantur HE , HF , posito cauo in KL , & aptato BDH , oculus positus iuxta KL videbit obiectum, cuius radij paralleli physicè BG incidunt in obiectiuum; & si aliud speculum planum colles in mI , ita ut angulus DOM sit pariter semirectus, DO reflectetur in OP , assumpta OP æquali OH , ductisque Pm , PI ; admoveatur oculare cavum in foramine In , & oculus ipsi foramini, & videbitur obiectum, ut *suprà*; in hoc genere nihil aliud singulare habes; nisi quod eo uti possimus, cum illud obiectum videre volumus in quod præ muri obice, oculos conuertere nequimus: sed de his satis.

PROPOSITIO XLVIII.

Explicantur quæ ad unam dumtaxat lentem pertinent.

Fig. 118. I. Sit lens DE , axis Fn , centra An , incidat radius AC , post unam & alteram refractionem, Im parallelus axi euadit, ut *suprà* demonstratum est; hinc si oculus admoveatur, perinde incidit radius CI , atque si à longè maiore distantia profectus esset; nempe ubi à
maiore

maiore distantia profectus incidit angulum cum axe physicè insensibilem facit; physicè igitur axi parallelus censendus est; quod autem dico de radio AC, de innumeris aliis ab eo puncto A profectis, & crystallino incidentibus, dicendum est: hinc perinde oculus se se accommodat & componit, atque si obiectum A longè distaret, apertâ scilicet pupillâ, & explicato, quantum dicta distantia postulat, crystallino; vnde fit, vt deinde basis distincta maiorem retinæ portionem occupet, ac proinde obiectum sub maiore angulo visorio appareat; nimirum sub illo, sub quo obiectum A longè positum videretur, qui æqualis illi esset, sub quo proximum videtur; supponamus enim obiectum BD videri sub angulo BCD ex distantia BC, Fig. 119. ac deinde videri ex distantia AC, sub eodem angulo ACF, haud dubiè videbitur sub mole AF, si enim sub æquali BF, nimirum AE, videretur sub angulo ECA, qui duplo minor est priorè, scilicet physicè.

II. Hinc si statuamus ita radios in oculum incidere, ex distantia BC, opera lentis & geminæ refractionis, ac si ex distantia AC duplo maiore inciderent, obiectum duplo maius videbitur; vt enim BC ad AC, ita BD, ad AF; si tripla verò distantia, triplo maius obiectum; atque ita in infinitum. Hinc vera ratio, propter quam vnus lentis operâ obiectum maius apparet; hinc si obiectum propiùs admoueatur, putà in P, obiectum Fig. 118. maius videbitur, quia sit radius PRVO, refractus in vitro, & crystallino incidens, ita profecto incidit, ac si ex maiore distantia, quam prius incideret; vnde ad eum situm, oculus se componit, quem maior distantia postulare; vnde sequitur, scilicet ex dictis, fore, vt maius appareat, cum maior sit distantiarum proportio; immò etiam si eadem statueretur, (& verò vbi tanta est, vt radij ferè paralleli incidant, maior non statuitur) obiectum maius videretur, quia PV ad illam maior esset proportio, quam AV, vnde patet propositum.

T

III. Ad hunc tamen effectum lens valde conuexa plurimum confert, minoris scilicet sphaerae; quia cum minor sit illius radius, vel semidiameter, inde sequitur maior distantiarum proportio, ac proinde maius obiecti incrementum. Præterea si statuatur inde obiectum in foco alterius conuexitatis, hinc oculus in foco alterius, tunc obiectum distinctissime conspicitur, sub eo scilicet cremento, quod cum perfecta distinctione, seu terminatione coniunctum sit; nempe ita crystallino incidunt radij, ut ibi sit basis perfecte confusa; ~~ita~~ enim obiectum minimum BC, lens utrimque conuexa EH, cuius alter focus in A, alter in I; axis erit ADI; radij verò AE, AF; ita refringentur, ut deinde paralleli eant in GPHR, paralleli, inquam axi AI; sint etiam radij CF, BE paralleli dicto axi, refringuntur in GI, HI, ut *suprà* demonstrauius; si autem producantur donec concurrant in L^m , cum duobus GL, H^m , & sit IL æqualis IH, erit in PR basis perfecte confusa, quod ostendendum; igitur si statuatur crystallinus in PR erit in basi perfecte confusa, ex qua deinde basis perfecte distincta in fundum oculi proiecta sequitur, ut patet ex dictis; nempe, in quocumque alio loco crystallinus statuatur v.g. in L^m basis erit minus confusa ut manifestum est.

IV. Si oculus, remoueatur ab I, & ponatur in L^m , contrahetur campus obiecti, ut vocant, & multo magis, si adhuc remoueatur ultra L^m ; cum enim in distantia L^m radij extremi IL, IM à punctis obiecti BC proficiscantur, si remoueatur crystallinus ultra LM, radij extremi, decussati scilicet in foco I, proficiscuntur à punctis obiecti inter BC sitis; unde contrahitur obiecti campus; à dictis scilicet extremis radiis terminatus; si verò crystallinus propius accedat ad lentem HG, dictus obiecti campus explicatur, propter oppositam rationem; tunc enim extremi radij campus terminantes proficiscuntur à punctis supra B, & infra C.

V. Vbi campus obiecti contrahitur, obiectum maius apparet;

apparet ; minùs verò , vbi explicatur ; ratio ex dictis manifesta est ; nempe eò maius obiectum apparet , quò maior basis projicitur , id est , quò maiorem retinae portionem affectio impressa occupat ; hæc autem eò maior est quò extremi radij retinae illapsi plus distant , sed radij IL , Im refracti in crystallino Lm , ita incident in retinae fundum , vt portionem TS intercipient ; si autem GI , HI incidant post decussationem , longè minorem intercipient ; item longè minorem , si incidant GV , HO ; cum tamen hi omnes ab iisdem punctis obiecti , scilicet B & C proficiscantur ; igitur quò propius oculus ad lentem GH accedit , campus obiecti explicatur , obiectum contrahitur ; quò longius ab eadem recedit , campus contrahitur , obiectum explicatur .

VI. Si verò lens , vel ad focum notabili aliqua distantia accedat , vel ab eodem recedat , imago in oculum proiecta confunditur ; si enim lens HG accedat propius ad focum A , duo radij AE , AF post fractionem , paralleli deinde non eunt in GP , HR , sed magis distrahuntur ; vnde in centrum basis proiectæ non coeunt , vt patet ; igitur basis confusa resultat : Si verò lens GH remoueat ab A , iidem radij ita refringuntur , in eadem lente , vt non cant paralleli in GP , HR , sed contrahantur , ac proinde coeant antequam fundum oculi attingant ; vnde sequitur etiam basis confusa : cuncta hæc ex præmissis manifesta sunt : dixi *suprà* , notabili distantia ; quia si perparum vel accedat , vel recedat , basis quidem adeò distincta non est , non tamen adeò confusa .

VII. Vt in data distantia , de qua *suprà* , obiectum videtur , vnius lentis operâ , situ erecto , ita in alia , videri potest situ euerfo ; in flamma luculentum experimentum aspicias ; obiectum autem paulò remotius esse oportet , & non modò maius non videtur , sed longè minus ; hæc etiam facillè demonstrantur ; nempe si obiectum BC remoueat , ita potest duci radius à B ad punctum lentis F , vt post refractionem parallelus eat , & imæ crystal-

lini parti incidat; igitur cum profecti ab A ita refringantur, ut coeant in centro basis, ac proinde decussentur, inter lentem, & oculum, inde necessario sequitur, profectum à B, ut dictum est, ita incidentem in F, ut postea parallelus crystallino incidat, post fractionem in crystallino decussari cum axe, antequam ad retinam perveniat; unde imaginem erectam esse, necesse est, in fundum scilicet oculi projectam; igitur & obiectum everso situ videri; minimum autem apparet; quia cum dictus radius à B profectus cum axe decussetur haud procul à retina, quid mirum, si modicam illius portionem imago projecta occupet; lens autem ab oculo plus quam ante remouenda est, ut radiis ab A profectis inter oculum & lentem decussandis, sit locus.

Fig. 121.

VIII. Si lens utrimque caua inter oculum & obiectum statuatur, radij distrahuntur, & obiectum videtur minus; sit enim lens utrimque caua CA, sint foci EF, sit radius quilibet ab obiecto remoto profectus HI, ferè parallelus axi EF, ita refringitur, ut distrahatur in Lm, quæ si producat cadit in focum E, ut *suprà* demonstratum est; perinde igitur oculus se se componit, atque si prædictus radius ab E profectus esset, unde obiectum minus videri, necesse est, quia sub eo angulo incidit, eamque projicit imaginem, quam obiectum procul positum projiceret; at sese ita componit oculus, ac si obiectum proximum esset; igitur inde obiectum minimum iudicatur; ea enim minima iudicamus, quæ licet proximè admota, sub parvotamen angulo videntur. Hæc, ni fallor, longiorem explicationem non postulant.

PROPOSITIO XLIX.

Explicantur ea, quæ ad specularia ocularia pertinent.

I. Ex iis, quæ in superiore Propositione dicta sunt, hæc facile deducuntur; & ut duplex est vitrorum ratio, alia enim sunt utrimque convexa, alia utrimque caua, ita duplex est oculorum vitium, huc scilicet pertinens; nempe
alij

alij proxima quidem distinctè vident, & confusè remota; alij distinctè remota, confusè proxima; oculus hoc ultimo vitio laborans indiget vitro utrimque conuexo; sit enim talis oculus, cuius crystallinus ita induruerit, ut cum parum constringi queat, eam conuexitatem inducere nequit, quam refractionis & distinctæ baseos ratio postularet, sed planior iusto maneat, ac proinde radij ab extremo axe & obiecti centro profecti, minùs refringantur, quàm par sit, ad hoc, ut in centro baseos distinctæ, projectæ coeant; v.g. sit talis crystallinus GE, axis AK, centrum obiecti proximi A, radius incidens AE, refractus in EL, cum tamen refringi deberet in EK, sit alius *m*E, vel *n*E, à cetro obiecti remoti profectus, hic refringitur in EK, ac proinde huiusmodi oculus obiectum *m**n* distinctè, obiectum verò A cōfusè videt; illo igitur vitio laborat, de quo paulò ante diximus; videt enim proxima confusè, remota distinctè.

Fig. 122.

II. Ut autem huic vitio occurratur, sit lens BC, cuius focus sit A, in hac radius ADE ita refringitur, ut deinde ultimus refractus VI, parallelus eat axi AK, & alteri *m*E; igitur refringitur in IK; huius ergo lentis opera, obiectum A distinctè videtur, itemque maius; longè tamen maius, si lens oculum inter & obiectum æquali distantia statuatur; pro ut autem prædictum vitium maius est, vel minus, id est anterior crystallini facies planior, vel minùs plana, lentem quoque BC minoris, vel maioris sphaeræ esse oportet; minoris quidem, si planior est; si verò minùs plana, maioris; hinc specularia primi secundi & tertij ordinis: vel ut lingua vernacula vocant, *Veüe*, esse dicuntur; hinc autem fit, ut dictus oculus obiectum satis remotum, quod oculo libero absque interposita lente distinctè videt, apposita lente, confusè videat v.g. obiectum *m* oculo libero distinctè videbit, quia radius *m*E refringitur in EK, cum tamen interposita lente, non refringatur in EK, sed cum axe AK decussetur, intra oculum, antequam ad fundum oculi perveniat; unde basis confusa sequitur, & visio confusa.

III. Quod autem ad aliud oculi vitium spectat, sunt,

Fig. 123.

qui proxima tantum distinctè, & paulò remotiora confusè vident; quia scilicet crystallinum conuexiorem habent, nec illum tam explicare possunt, quàm rectæ refractionis, & basis distinctæ ratio postularet: v. g. sit huiusmodi crystallinus nP ; sit obiectum proximum A , radius incidens An , refractus in nm , cum crystallinus nP sit valde conuexus; haud dubiè videbitur obiectum A distinctè, proximum scilicet: sit verò paulò remotius B , & radius incidens BI , refringitur in IL , & decussatur cum axe Am , antequam ad retinam perueniat; igitur basis confusa; igitur obiectum B confusè videtur; interponatur verò lens vtriusque caua CD , cuius foci AK , radius BR ita refringitur, in lente interposita, vt segmentum vltimum radij refracti On ultra productum cadat in A , vt *suprà* demonstratum est, cum radius BP sit physicè parallelus axi Am ; igitur radius On incidens perinde se habet, atque si profectus esset à foco A , igitur refringitur in nm ; igitur basis distincta est, & obiectum B , interposito huiusmodi vitro, videtur distinctè; ex his reliqua faciliè intelligentur.

PROPOSITIO L.

Explicantur, quæ ad microscopium pertinent.

Fig. 124.

I. Prima microscopij species ex vna dumtaxat lente, eaque acutissima & minimæ sphaeræ constat; sic vna lens angulum, visorium auget, vt *suprà* demonstratum est *prop.* 48. quare hoc loco non repeto. Secunda microscopij species ex duabus lentibus constat, altera scilicet, quæ ad obiectum spectat acutissima, & alia, cui oculus admouetur, molliore & maioris sphaeræ; quod vt melius intelligatur, sit obiectum minimum DIC , cuius centrum I , ad quod axis opticus terminatur; sit lens minima AB , cuius foci sint IG , sint radij DA , CB , paralleli axi IV , isti haud dubiè franguntur in AG , BG ,

B G, producti in G H, G F, sit alia lens sphaerae maioris H F, cuius focus sit G, refringuntur in H L R, F M K, suntque L R, M K paralleli axi; sit crystallinus K R, refringuntur in R Q Z, K Q X; I A verò, & I B profecti à centro obiectionis, eunt deinde paralleli in A S, B T, & ita refringuntur in lente H F, ut cum longè ultra V coire deberent, scilicet in altero foco lentis H F, denuo refracti in crystallino, coeunt in V, ut sit basis distincta; est autem modicus angulus refractionis, quia tantum non perpendiculariter incidunt crystallino R K.

II. Obiectum autem D I C longè maius videtur, perinde scilicet, atque si esset in L_m , & L_m sustineret angulum cuius vertex in centro oculi statueretur; cum tamen oculo libero videatur D C, sub angulo, cuius vertex sit in eodem centro, & basis à qua sustinetur sit ipsa D C; cum igitur acutissimi anguli sint physicè ut bases à quibus sustinentur, erit diameter obiectionis oculo libero spectati, ad diametrum obiectionis, quod adhibito microscopio videtur, ut composita, ex distantia L_m à centro oculi, & A B, ad compositam ex distantia A B, ab eodem centro, & L_m , v.g. sit ratio distantiarum permutata $\frac{1}{2}$. sit ratio basium $\frac{1}{2}$. erit composita $\frac{1}{2}$. sed hæc sunt facilia.

III. Videtur obiectum, adhibito huiusmodi microscopio, quod ex duplici lente constat, in situ everso, nempe radius profectus à D supremo obiectionis puncto, incidit in A, tum post geminam fractionem, in F, tum post geminam fractionem, in m , tum incidit in K, & in crystallino refractus terminatur in X, ac proinde supremam proiectæ imaginis partem terminat; cum igitur per lineam perpendicularem videatur, D in ima obiectionis parte apparet, everso igitur situ; cum tamen obiectum per microscopium primæ speciei spectatum in recto situ appareat.

IV. Si lens L M remouetur à B A, obiectum maius videtur; supponamus enim L_m longiùs distare ab A B,

A B,

AB, ita ut illius focus non sit in G, sed in O; radij GH, GF, post refractionem, non eunt ut ante paralleli in LR, MK sed versus axem accedunt in HLE, Fmn, ac proinde HE cadet infra Z, & Fn supra X, postquam in crystallino fracti fuerunt; profectis à centro I, aequè semper in V coëuntibus; maior igitur imago depingitur; at semper everso situ; maius igitur obiectum apparet.

Fig. 125. V. Si demum tertia lens accedat, tota res longè melius succedit; sit enim lens obiectiua, ut ante, eaque minima A, cuius focus sit B; sit axis AM, extremi radij ABD, ABC, itemque paralleli AP, AQ, ab obiecti centro profecti; B sit focus lentis CD, eruntque CE, DF paralleli axi Am; at verò PR, QS recta tendunt in focum oppositum lentis CD; admoveatur tertia lens EF, ea scilicet distantia, quæ necessaria sit, ad hoc ut radij PRQS, in EF refracti ita incidant crystallino HG, putà KI SO, ut deinde in eodem crystallino refracti coëant in extremo axe m, alij verò extremi CE, DF, refracti in EH, FG, ita incidant crystallino, ut deinde refracti eant in HL, GK, ac proinde maiorem quàm ante imaginem imprimant; & verò crescit ratio, composita, si vel vnus ex terminis maioribus crescat, v.g. erat prius ratio permixta distantiarum $\frac{1}{2}$. ratio basium $\frac{1}{4}$. & composita $\frac{1}{8}$. nunc verò ratio distantiarum sit $\frac{1}{4}$. eadem manente ratione basium $\frac{1}{4}$. composita erit $\frac{1}{16}$. quod autem adiuncta lente EF, maior sit distantia lentis A à centro oculi, patet; igitur adhibito microscopio ex tribus lentibus constante, maius obiectum apparet.

VI. Eadem ratio traduci potest microscopium ex duplici tantum lente constans, ut patet; quando scilicet lens ocularis remouetur ab obiectiua, tunc enim crescit ratio distantiarum; porro vltima lens EF acutior esse debet, quàm CD. Hinc enim fit, ut radij CE, DF paulò obliquius incidant, ac proinde maior fractionis angulus sequatur, & radij EH, FG longitùs ab extremo
axe.

axe *m* decussentur, unde imaginis explicatio necessario sequitur; inde fit etiam, ut *PR*, *QS* in *EF* refracti, decussentur in *V*, antequam incidant crystallino, eantque in *SO*, *RI*, & tandem in eodem crystallino refracti cœant in *m*; inde autem maximum obiectum videri, necesse est; nempe ita se componit oculus, ac si obiecti centrum esset in *V*.

VII. Obiectum euerso situ videtur microscopio, tribus lentibus instructo; nempe radius *AD* ita procedit post tot fractiones, ut per *DFG* incidat in *K*; *K* autem est superior oculi portio; & cum dictus radius à superiore obiecti parte veniat, inde obiectum euerso situ videri, necesse est; poterit etiam obiectum ultra augeri, si secunda lens *CP* tantulum remoueatur ab obiectiua *A*; item *EF*, à *DC*, ut supra dictum est; tunc enim crescit ratio distantiarum; ac proinde iuxta regulam suprâ traditam, obiectum augetur; unde concludo, hoc microscopij genus optimum esse, & primum, saltem à me, visum, fabricatum fuisse Augustæ Vindelicorum; illius autem copia mihi facta est à clarissimo viro, meique amantissimo & omnium literatorum amore, & cultu dignissimo D. de Monconis, quem hîc honoris & grati animi ergo, post amara illius fata, deplorari potius, quàm appellari à me par fuit.

VIII. Duo non sunt omittenda ad rem hanc pertinentia primum est, lentem obiectiuam paulò molliorem, id est, maioris sphaeræ esse debere, ut obiectum sub minore quidem mole, sed cum maiore campo, ut aiunt, videatur; cuius ratio ex dictis facillè intelligitur; simili autem telescopio Diuinius noster uti solet, ad legendas attritorum numismatum inscriptiones: alterum est statui posse vitrum cavum in locum lentis ocularis, sed tubum contrahendum esse, tunc autem res huius microscopij ad telescopium reducitur; & eodem modo demonstratur.

IX. Nonnulla porro obseruanda sunt. i. multo lumine

V

Fig. 124. opus esse, quo scilicet obiectum DC collustretur; quia lumen adeo explicatum, nisi valde intensum sit, plurimum debilitatur, ut iam *suprà* dictum fuit. 2. obiectum statuendum esse in foco exteriori lentis AB, alioquin radiorum incidentium ordo perturbatur. 3. licet lens HF remoueri possit, versus V, non tamen ad quamcumque distantiam, sed ad modicam; alioquin plus æquo distrahuntur radij. 4. si eavum loco 3. lentis apponatur, contrahitur quidem campus, sed obiectum paulò maius apparet.

PROPOSITIO LI.

Explicantur, quæ ad vitrum Ellipticum & Hyperbolicum pertinent.

I. Ingeniosus Cartesius in sua dioptrica rem hanc satis fusè pertractauit, hîc tantum obiter attingo, cum scilicet ad praxim reduci non possit; supponit autem vir ille tria principia, quæ ut mitissimè loquar, apud omnes crepera sunt & dubia; dixi ut mitissimè loquar, cum ea plerique falsissima esse pronuncient: primum est, lumen esse corpus tenuissimum, vel potius tenuissimæ materiæ motionem, vel impulsus; secundum est, lumen, diffundi facilius per corpus densum diaphanum, quàm per rarum, putà per vitrum, quàm per aëra. Tertium est, sinus angulorum refractorum, esse ut sinus angulorum reciprocorum inclinationis; ut ab hoc ultimo incipiam, sit circulus centro B, diameter AC, supra ABC medium rarum, infra, densum, sint radij incidentes nB , PB , anguli inclinationis nBR , PBR , illorum sinus $nmPS$, sint autem anguli refracti HBE , HBG , & illorum sinus EO , GK ; vult Cartesius esse, ut PS , ad nm , ita EO ad GK , quod licet physicè verum sit in parvis angulis, in quibus angulus refractionis ex raro in densum, est physicè $\frac{1}{2}$. anguli inclinationis, & arcus anguli, physicè ut chordæ subtense,

tensæ, ac proinde ut sinus; in maioribus tamen angulis inclinationis, falsum esse constat; in his enim angulus refractionis maior est subtriplo anguli inclinationis; quod mihi aliisque, ex luculentis experimentis compertum est.

II. Alia etiam duo, quæ assumit, sunt valde dubia, primum quidem, quia illa materia subtilis, cuius motio, ut vult Cartesius, lumen est, per poros dumtaxat corporum trajicitur; unde recurrit argumentum, de quo *suprà*, siue pori recta eant, quoquo versum, siue in aliquam partem recti minimè dirigantur; sed hanc quæstionem quæ merè physica est, discutere, alterius loci est, atque instituti; alterum verò æquè falsum est, aut saltem creperum & dubium, quis enim nescit, aëris poros, si tamen poros habet, longè maiores esse, quàm vitri, ac proinde subtilem illam materiam longè facilius per illos fluere, quàm per istos: Sed his omissis, quæ physica sunt, sit quadrans ellipticus, A R, centro F, foci C G; sit *m* I radius incidens, æqualis I G, sit *n* P tangens, K I L perpendicularis, item *m* L, G K, D E, I B, perpendiculares; eruntque anguli I D B, L I M æquales; ac proinde triangula *m* I L, B I D proportionalia; item D I E, G I K; sit C O parallela I D, anguli D I E, C O I erunt æquales; & quia D I E est æqualis D I C, ut iam *suprà* demonstratum est, & D I C æqualis I C O, erunt I O C, I C O æquales ac proinde I O, I C æquales; igitur G I O æqualis G I C; sed H A est æqualis G I C, ut iam *suprà* demonstratum est; igitur ut C G ad O G, vel H A, ita D G ad I G, vel *m* I; sed ut D G ad I G, ita D E ad B I, & ut B I, ad D E, ita *m* L ad K G; igitur à primo ad ultimum, ut C G ad A H, ita *m* L ad K G.

III. Cum igitur minimi anguli sint physicè ut bases, seu latera angulum sustentia, erit basis anguli refracti, ad basim anguli incidentiæ, ut 2. ad 3. sit autem C G ad A H ut 2. ad 3. sitque angulus incidentiæ *m* I L, erit angulus refractus K I G; igitur *m* L ad K G physicè ut 3. ad 2. idem de quolibet alio radio incidente

parallelo demonstrabitur, modò scilicet supponatur angulus incidentiæ minimus, id est, talis paruitatis, vt angulus incidentiæ sit triplus anguli refractionis, & anguli sint physicè vt bases seu latera angulos sustinentia; in hoc porro sensu, etiam citra Cartesiana principia, quæ valde crepera sunt, lens cavò conuexa elliptica in eundem focum illos omnes radios colligit, modò scilicet assumatur minima illius portio, & radij incidentes maiori diametro sint paralleli; dixi suprà cauo conuexam, ita vt conuexa superficies in quam incidunt radij, sit elliptica, caua verò siue interior, sit sphærica, cuius centrum sit in eo foco, in quo radij colliguntur; ita enim fiet, vt radij in ingressu refracti, vbi deinde ex cauo egrediuntur, nullam refractionem patiantur, cùm in cavam illam superficiem perpendiculariter incident.

Fig. 128. I V. Eodem modò probatur in Hyperbola; sit enim vertex Hyperbolæ G, illius portio KG, connectens focos PA, foci AH, sit recta nK parallela PA, tum HK, AK; LKE diuidens æqualiter angulum HKA, hæc erit tangens, tum OKD perpendicularis in LKE, & HC illi parallela; sit nK æqualis AK, item On, AD perpendiculares, in OD; ac demum Pm perpendicularis in HKA & KI perpendicularis in HAI, erunt PKI, OK n proportionalia; item PKA, HCA; item PDA, & IKP; item EKH, EKC æqualia, & HK CK æquales, per constructionem; igitur vt PK ad KI, ita nK , vel AK, ad nO ; ita PA ad AD; sed vt PA ad AD, ita PK ad KI, vel nK ad On; ergo On ad AD, vt nK vel KA, ad PA, seu CA ad HA; sit autem angulus incidentiæ ex denso in rarum, ad angulum refractum, vt 2. ad 3. in minimis scilicet angulis, v.g. vt GB, ad HA, omnes radij paralleli PA. incidentes in sectionem hyperbolicam LKG, putà nK , refringentur in focum A; ita autem lens formari debet vt ab ea parte in quam incidunt radij, plana sit ab altera vero hyperbolica.

V. Lentes

V. Lentes huiusmodi, ellipticæ quidem, conuersa ad obiectum superficie elliptica, hyperbolicæ verò, conuersa ad idem obiectum superficie plana in telescopio, vitri obiectiui loco statui possent, idque esset ex iis commodi, quòd assumpta modica portione, radij refracti in eodem puncto colligerentur, meliore euentu, quàm in lente sphærica; non tamen suppleri posset tubi longitudo; nempe radij in maiorem portionem incidentes in dictum focus non irent, vt dictum est suprâ; igitur ad augendam obiecti molem ellipsis vel hyperbole longioris diametri adhibenda esset, vt fit in lente sphærica; sed neque hoc inuaret cum reuerà huiusmodi figuræ arte humana in vitrum induci non possint; cum enim smiri & puluere formentur, quis amabò obtineat, vt omnia granula, quæ omnem numerum superant, in circulos parallelos eant, in quorum plana axis à vertice lentis perpendiculariter cadat; hæc igitur inter adinata reponenda sunt: hic etiam demonstrandum esset, prædicatam figuram esse hyperbolem, sed cum alij hoc iam demonstrarint, supersedeo; præsertim cum ex sola constructione, res præsentis instituti satis constet.

VI. Hic etiam obiter significandum videtur, etia inuenta à nonnullis excogitata, ad supplendam tuborum longitudinem pro votis non succedere; primum est, vt statuto vitro obiectiuo in eo situ, quem radij ab obiectiuo incidentes postulant, lens ocularis, citra vltimum tubum, oculo in debita distantia admoueatur; sed præterquàm quod difficile esset, punctum illud, seu focus vitri obiectiui inuenire, innumeri radij præter refractos in obiectiuo, in lentem ocularem inciderent, scilicet ab obiectis quoquo versum illuminatis, quorum appulsus dubio procul, omni radiorum in obiectiuo refractorum ordinem perturbaret; vnde basis valde confusa projiceretur; sed tela, inquit funibus sustentata lumen arcebit; quasi verò funes etiam non incuruentur; sed inquit in obscura porticu res ista succedet; vix crediderim;

cum lens ocularis vix benè statui possit ; omitto alia incommoda. Alterum est, vt adhibita speculi caui opera, colligantur radij ab obiecto profecti in dato foco, & iuxta hunc lens oculo admoueat ; sed profectò idem incommodum obstat ; multi enim radij ab aliis obiectis circumpositis profecti, & in memoratam lentem illapsi repercussionum à speculo radiorum ordinem confundunt. 3. aliqui vitrum obiectivum, obducto plumbo, ad reflexionem adhibent, sic enim longitudo tubi suppletur, non tamen confusio obiecti, licet eiusdem moles valde augeatur, quo scilicet speculum sphaeræ maioris est ; acutum porro seu cavum, seu conuexum ad oculum, pro more, applicatur iuxta regulas supra traditas ; hæc autem breuiter indicasse sufficiat.

PROPOSITIO LII.

Explicantur ea quæ accidunt circa baculum aque immersum.

Fig. 129.

I. Sit superficies aquæ DE, sit linea recta, quæ ad instar baculi consideratur ACB segmentum immersum CB, sit oculus in G, ducatur GFB recta, per hanc non videbitur punctum B, quia radius BF refringitur à perpendiculari, putà in FK; sit ergo radius BI qui refringatur in IG, ducatur GIm, hic radius visorius, & segmentum CB videbitur sub angulo mGC, qui minor est BGC, igitur segmentum CB minus videtur, quàm si absque vlla refractione ex eodem puncto G, & in eodem situ AB videretur : hinc etiam fundum vasis aqua pleni attolli videtur.

II. Sit autem scipio in situ obliquo LR, cathetus RQ, oculus in O, ita vt baculus sit inter oculum & cathetum, radius refractus, nO; ducatur OnP, sitque nP æqualis nR, videbitur extremitas R in P, & segmentum R sub angulo VOP, qui minor est angulo

Propositio LII. & LIII. 159

angulo VOR , sub quo citra refractionem videretur; hinc segmentum minus videtur, & scipio ita fractus, ut angulus LVR sit oppositus oculo si verò oculus sit in ipso catheto, puta in Q , nec scipio fractus, nec segmentum immersum minus videtur; hoc quippe videtur sub angulo VQR .

III. Sit porro superficies aquæ AB , scipio CDE , Fig. 130. in situ inclinato, ut supra, sit oculus in G , scilicet inter oculum & cathetum, sit radius refractus IG , ducantur GOE , GIF , sintque, IE , IF æquales, extremitas E videbitur in F , & segmentum DE sub angulo DGF , qui maior est angulo DGE sub quo citra refractionem videretur, apparetque fractus baculus in CDF , conuersa scilicet anguli apertura versùs oculum.

IV. Sit demum cathetus inter baculum & oculum situm in K , sit radius refractus nK , ducantur KD , KnP , KmE , sintque nP , mE æquales, extremitas E videbitur in P , & segmentum DE sub angulo DKD , qui minor est angulo EKD , sub quo citra refractionem videretur ita porro apparet fractus baculus in CDP , ut anguli mucro ad oculum conuersus sit.

PROPOSITIO LIII.

Explicantur obiter aliqua ad rem colorum pertinentia, qui ex refractione nascuntur.

I. Rem colorum singulari libro accuratè ac fusè prosecutus sum, quare hîc non repeto, vel leui digito indicasse contentus; cum enim diuersa radiorum lucis, vel luminis coniugatio, in ratione continui, vel discreti, diuersam coloris rationem inducat, & cum refractione, & reflexio pro diuerso radiorum incidentium appulsu, diuersam faciat radiorum coniugationem, nihil mirum, si refractione & reflexio diuersos colores pariant; ut videre est in ampulla vitrea, in prisma, cylindro, lente, bulla, glacie;

glacie ; sed hæc omnia fusè dicto libro demonstrauius, item libro 4. de mixtis imperfectis : quod autem ex refractione in prædictis corporibus, diuersa radiorum refractorum coniugatio sequatur, ex dictis suprà perspicuum est ; nempe radij incidentes in modicam sphaeræ portionem, post geminam refractionem in eundem physicè focum coeunt ; si verò in maiorem, ac proinde obliquius, in idem punctum minimè coeunt, vt suprà demonstratum est, vnde diuersam radiorum coniugationem sequi, necesse est, ac proinde diuersos colores.

II. Hinc colores iridis, si vel obiectiui apertura maior est, quàm par sit, vel lentes minoris sphaeræ, quando hæ multiplicantur ; neque ad hoc intelligendum nouo schemate opus est : cur verò sub tali angulo talis color videatur, in prædictis locis fusè & accuratè demonstratum est ; si paucis fieri posset libenter hoc loco præstarem, sed ne totam rem colorum huc traducam, & iam actum agam, lectorem eò remittendum esse putauì, præsertim cum breui in publicam lucem illa omnia edenda sint, neque hîc pro dignitate discuti & demonstrari possint, nisi eadem repetantur.

PROPOSITIO LIV.

Explicantur quæ ad polyoptrum pertinent.

I. Obiectum interposito polyopthro, vitro scilicet in diuersas facies planas secto, multiplicatur, id est multiplex apparet ; sit enim lucerna A, oculus G, polyoptrum interpositum DEBC, sit radius AG, quasi axis, perpendicularis cadens in faciem BE, sint alij duo radij AH, AL, refracti in HG, LG, haud dubiè oculus G videbit lucernam A per tres radios GI, GH, GL ; triplicatam igitur videbit ; toties igitur multiplicatam, quot in polyopthro facies erunt.

II. Si lucerna debito modo collocetur, tot facies lucidæ projicientur in planum oppositum ; nempe singulæ facies

facies perinde se habent, atque si ab aliis separatae essent; radij porro in singulis traiectionibus ad planum oppositum ordinati terminantur; sed hoc est, ut dixi, facies lucidas in planum oppositum projici: hinc si statuatur oculus in ipso lucernae puncto, dictas facies unitas, prout reipsa unitae sunt, in polyoptro aspiciet, licet in ipso plano projectionis diuisae sint, eiusque coloris, quo depictae in dicto plano fuerint; ratio est, quia eadem est radiorum via, siue à lucerna in polyoptro traiectionibus, ad planum projectionis terminentur, siue ab ipso plano in eodem polyoptro traiectionibus, ad oculum perueniant.

III. Hac arte uti solent, ad colligendas eiusdem imaginis partes in tabella quapiam dispersas; si nempe in orbe in totidem facies diuiso, quampiam imaginem descripseris notatisque diligenter faciebibus polyoptri, in planum oppositum proiectis, adhibitis etiam ad maiorem distinctionem, singularum numeris, in singulas facies plani projectionis easdem imaginis partes traduxeris, quae in analogis faciebibus tabellae, id est, eodem numero notatis, depictae fuerant, statuto in loco lucernae oculo, omnes illas imaginis partes colliges, & imaginem aequè videbis, atque si tabellam ipsam, in qua depicta est, aspiceres.

IV. Haec praxis, quae aliquid admirationis ante conciliabat, iam trita, & vulgaris est: habentur autem facierum projectionum sedes, vel adhibita lucerna, ut dixi, vel statuto loco lucernae oculo, virgula enim, cuius extremitas diligenter obseruabitur, in plano opposito dictae facies designabuntur; mensura porro facierum in tabella depictae imaginis descriptarum habebitur, si ut oculi distantia à polyoptro, ad distantiam oculi à plano projectionis, ita diameter circuli polyoptro circumscripti, ad diametrum ipsius tabellae, quae deinde in totidem facies diuiditur; idem fiet opera sili & chartae interpositae; sed haec sunt facillima.

PROPOSITIO LV.

Explicantur ea quæ ad refractiones & paralaxes celestes pertinent.

1. Nullum ferè negotium res ista mihi facessit, cum & facillima sit, & ex dictis facilè intelligatur; quare illam breuiter perstringo; si tamen quædam præmiserò. 1. suam esse terrestri globo atmosphæram, ex crassioribus scilicet vaporibus compactam ac proinde superiori aëre densiorem; nec quisquam hoc negat. 2. angulo incidenti obliquiori maiorem angulum refractionis competere; 3. satis modicam esse vtriusque mediij differentiam, ac proinde modicam etiam refractionem.

Fig. 132. I I. His præmissis, sit céntrum terræ A, orbis verò, primus circulus, alter atmosphæra, tertius orbis lunæ, quartus Veneris; sit orizon astronomicus E F, physicus D C. sit Venus in G, si ex B, vbi oculus statuitur, ducatur recta linea ad G, per eam punctum G non videtur nempe refringitur in circulo atmosphære; rectus igitur esse nequit; sit autem alius radius G I, qui ultra recta productus nullomodo caderet in B, refractus verò in I, cadit in B, productus demum radius refractus B I terminatur in H; Venus igitur, quæ est in G, videtur in H, ac proinde non videtur vbi est, sed vbi non est.

III. Hinc si quis esset in centro terræ cum radius G A perpendiculariter cadat in X orbem atmosphære, absque refractione oculo incidet; item si Venus esset in vertice A, propter eandem rationem: hinc quo Venus accedit propius ad punctum verticale A, angulus refractionis minor est, maior verò, quò longius ab A recedit; hinc, Venus sub horizonte sita videri potest; sit enim v. g. in T, & T V refringatur in V B, videbitur in D. Hinc arcus T D est distantia locum inter verum & apparentem intercepta; hinc si producat V T & in eadem promoueat astrum, maior erit prædictæ distantie arcus vt patet.

I V. Sit

IV. Sit autem astrum in K ducatur BK^m , videbitur in m , cum tamen sit in L . hæc differentia loci veri & apparentis dicitur paralaxis, quæ differentia maxima est, quando astrum est in Q , id est in horizonte physico; nempe angulus AQB est maior angulo AKB , & quolibet alio terminato ad arcum QS ; quò verò astrum humilior est, paralaxis maior est; sit enim v.g. in A , angulus AaB est maior angulo AQB , ut patet; radius porro orbis terrestris AB est sinus anguli AQB , cuius sinus totus est distantia astri, scilicet AQ ; cognito porro angulo KAB , ac proinde KAB , igitur BaA , item KaQ ; si ex hoc auferas KBQ cognitum, residuus erit BKA .

V. Ut paralaxis astrum deprimit, ita refractione attollit, ut patet; hinc fieri potest, ut una compenset aliam; ac proinde astrum in verò loco videatur; supponamus enim astrum esse in Z , & radius AZ producaturs usque ad stellas, puta in D , verus locus astri respondet puncto D , sed videtur in D ; igitur refractione paralaxim compenstat; aliàs verò fieri potest, ut refractione modò maior sit, modò minor, diuersa enim diuersis temporibus atmosphæræ densitas est; hinc paralaxis aliquando fractionem superat, aliquando à fractione superatur.

VI. Obseruandum porro est, ex hac prima paralaxi, quæ in circulo verticali accipitur, multas alias deinde nasci, nimirum paralaxim longitudinis, latitudinis, declinationis, sphæræ rectæ, arcus circuli diurni; nempe pro diuerso astri & locorum situ, ex prima paralaxi diuersæ aliæ sequuntur, vel addendæ, vel detrahendæ ad verum astri locum obtinendum; idem prorsus de refractionibus dictum sit; quandonam porro addenda sit paralaxis, quando verò detrahenda, facile scitu est; v.g. astrum est ortivum detrahenda est paralaxis sphæræ rectæ, addenda verò, si occiduum idem de longitudine dictum sit, quando colurus solstitionum est in meridiano; in aliq situ sphæræ diuersa est ratio, pro diuerso

azimuto; sed hæc vel ex ipsa cœlestis globi inspectione, facile intelliguntur.

VII. Per refractionem discus planetæ amplificatur, sic Luna ad horizontem maior apparet; quia tunc maxima est refraçtio; clarissimam analogiam habemus in lente vitrea, vel lagena sphærica; facit etiam eadem refraçtio, vt sol ellypticus aliquando appareat; sit enim QR diameter solaris disci parallela horizon-
 ti, sitque O in ipso horizonte; haud dubiè per refractionem contrahitur OP , immò QR tantulum sed longè minùs; nempe O magis attollitur, quàm n , & n magis quàm P , scilicet per refractionem, unde OP contrahi necesse est; igitur cum OP breuior appareat quàm QR , inde figuram ellypticam resultare, necesse est; immò O magis contrahitur, quàm n P . dixi autem QR tantulum contrahi, quia cum R videatur per radium directum & refraçtum in eodem plano circuli verticalis, item Q in eodem, duo circuli verticales tantulum contrahuntur; illud tamen sensibile non est, quod facile demonstratum esset ex trita sinuum doctrina.

PROPOSITIO LVI.

Explicatur vsus analemmatis, noni, ad horologia.

I. Ex centro A describatur circulus $B C D E$. sit horizon $B D$, æquator $F G$. axis mundi $L Q$. verticalis $C E$. Tropicus Cancræ $I H$. super quo describatur circulus $I n H$. ducatur $K m$ perpendicularis in $I H$. & ab m diuidatur circulus in 24. partes æquales; erunt 24. horæ & punctum m 24. nam ducatur $K \pi$ parallela $A C$, cum π & m in sphæra coeant in idem punctum, erit m sectio tropici & horizonis, igitur punctum, horæ 24. voluatur enim $B C D$ circa $B D$, donec incumbat perpendiculariter plano; itemque $I n H$ circa

circa I H haud dubiè π & m concurrent, nec enim duæ perpendiculares à diuersis punctis in idem punctum plani cadunt; perpendiculares inquam in ipsum planum; igitur sol existens in tropico hora 24. distat à sectione Meridiani cum eodem Horizonte toto arcu B π vel angulo B A π .

II. Assumatur quælibet hora v. g. 22. in n ducatur n S perpendicularis in I H tum per S ducatur P O parallela B D, dico solem hora 22. in tropico Cancrì eleuatum esse supra horizontem arcu B P, vel angulo B A P; nam super P O describatur semicirculus P T O, ducatur S T perpendicularis in P O, item R T, voluatur P T O circa P O, donec incumbat perpendiculariter plano item I n H circa I H, certè n & T coeunt; igitur sol hora 22. est in Almucantararum P T O; ergo eleuatio illius supra horizontem est arcus B P, vel D O: signetur in O, 22.

III. Cum verò Almucantararum fecerit meridianum in P, dico, inter locum solis hora 22. & sectionem prædictam intercipi arcum P T, vel angulum P R T; cum verò circuli azimutales, seu verticales secant horizontem & Almucantararum in arcus proportionales, assumatur angulus B A V, æqualis P R T: dico azimuthum horæ 22. sole scilicet in tropico Cancrì existente secare horizontem in puncto V: igitur si sol ex puncto horæ 22. decideret in horizontem, per arcum azimutalem, descenderet in V; signetur in V, 22. igitur habeo punctum O, quod signat eleuationem supra horizontem horæ 22. & punctum V, quod signat sectionem azimuti eiusdem horæ 22. cum horizonte: Habeantur eadem aut similia puncta pro reliquis horis; & idem fiat pro tropico Capric. vt sit perfectum analemma.

IV. Iam verò dato puncto vmbrae, operæ eiusdem analemmatis, cuiuslibet muri declinationem cognosco. Sit linea horizontalis γ δ , ducta per locum styli X, sit longitudo styli X Y, sit punctum vmbrae Z; aliquot horis post meridiem, ducatur Z δ perpendicularis in δ ; hæc est

X 3

sectio plani azimuthalis ducti per locum solis; nempe omnes azimuthi secant planum quodlibet verticale in lineis perpendicularibus, ut patet; ducatur $y\delta$. sitque $\theta\delta$. æqualis $y\delta$. ducatur θz , angulus $\delta\theta z$ est elevationis solis supra horizontem; si enim voluatur $y x\delta$ circa $x\delta$ & ab y erecto ducatur linea, vel radius ad z , hæc erit æqualis θz ; ergo cum $y\delta$ sit tunc horizontalis, angulus $\delta\theta z$ est angulus elevationis solis supra horizontem, pro eo momento.

V. Transferatur angulus $\delta\theta z$, in analemma, sitque ipsi æqualis PAB , & supponamus parallelum dici, ne multiplicemus figuras, cum omnes æquè haberi possint in analemmate, supponamus inquam parallelum datæ dici, esse tropicum IH ; habeo statim punctum S , & descripto semicirculo PTO , ductaque ST , arcum TP , & consequenter angulum $PR T$, quem sinistrorsum transfero in $\delta y \gamma$, & per punctum γ duco perpendicularem $\gamma\beta$, hæc est meridiana, & angulus $x y \gamma$ est declinatio plani horologij; nam si sol per azimuthum descendat in horizontem, describet arcum, cuius projectio cadet in rectam $z\delta$, & radius horizonti parallelus erit $y\delta$, vel AV ; nempe y & A centrum mundi representant; sed radius AV cum meridiana horizontali AB facit angulum VAB ; ergo si assumatur angulus $\delta y \gamma$ æqualis VAB haud dubiè $y \gamma$ erit meridiana horizontalis ergo $\gamma\beta$ meridiana in plano horologij, vel sectio meridiani cum plano horologij; ergo angulus $x y \gamma$ est angulus declinationis dicti plani à meridie ad occasum.

VI. Ut autem construatur horologium Italicum inuenta meridiana horizontali $y \gamma$, sit signanda sectio horæ 22. duo illius puncta extrema inveniendæ sunt, primum sit illud, quod umbra ferit sole existente in tropico Cancrini hoc punctum inueniam quæro in analemmate punctum V , quod est azimuthalis sectionis cum horizonte horæ 22. & traduco angulum VAB in $\gamma y \delta$; ex δ duco verticalem deorsum, assumptaque $\theta\delta$ æquali $y\delta$, quæro

Propositio LVI. & LVII. 167

quæro angulum elevationis pro tali hora, id est BAP, & transfero $\delta \theta z$; punctum z est quæsitum; pari modo signo aliud punctum pro eadem hora 22. sole existente in tropico Capric. opera scilicet eiusdem analemmatis; igitur ducta erit linea horæ 22. idemque fiet pro aliis horis.

VII. Accepi angulum $\delta y \gamma$ sinistrorsum, quia punctum umbræ post meridiem acceptum fuerat; si autem ante meridiem acciperetur, ille angulus dextrorsum accipi deberet, ut patet ex terminis.

VIII. Ut ducatur *Æquinoctialis*, ducatur $y V$, perpendicularis in $y \gamma$; certè *æquinoctialis* ducetur per V ; nempe à sectionis meridianæ puncto cum horizonte ad sectionem 6. post horæ, id est, 24. quadrantis angulus, id est rectus intercedit, sole scilicet existente in æquatore sed $\gamma y V$ est rectus: præterea accipiatur FAB & transferatur in $\gamma \mu \beta$, est enim $\gamma \mu$ æqualis γy , solis umbra feriet punctum β . in meridie; igitur per puncta $V \beta$ ducatur recta, hæc est *æquinoctialis*.

IX. Ut autem puncta O & V pro 22. hora in tropico Cancrî, habeo in analemmate signata, ita habeo puncta pro aliis horis; itemque in tropico Capric. ac proinde citra ullum calculum, aut descriptionem hyperbolæ, aut operam acus magneticæ, cum prædicto analemmate, signato quolibet puncto umbræ, in quolibet plano verticali, horologium, describi potest, Italicum quidem, ut dictum est; Astronomicum verò, longè faciliùs, idque per solam applicationem horizontalis; sed de horologiis in *Gnomonica* ex professo agam.

PROPOSITIO LVII.

Nonnulla optici iuris, quæ ad cælestia phænomena pertinent, suprâ omissa, hic obiter declarantur.

I. Licet motus cælestes reipsâ æquales sint, singuli scilicet, & ab eodem principio procedentes, inæquales
tamen

tamen apparent, & huius inæqualitatis ratio in diuersum oculi & centri, circa quod prædicti motus cientur, situm refertur. I. igitur loco, excentrici occurrunt. Sit Fig. 135. centrum mundi, seu vniuersi, A, ecliptica, vel orbis eclipticæ concentricus BHPQ, ex centro A descriptus; alius excentricus centro D, in quo astrum, v. g. sol æqualiter moueri censetur à B in H, nimirum secundum successionem signorum; B est apogæum solis, perigæum E; licet autem sol circa D æquali voluatur motu, ex A tamen, vbi est oculus, inæqualiter moueri videtur v. g. sit motus ab apogæo B per integrum quadrantem BZ, ex A tamen videtur tantum decurrissè in ecliptica arcum BX; habetur autem punctum X, id est verus locus, ducta AZX linea veri motus; igitur vt habeam verum locum, cognito medio motu, nimirum æquali, circa D, sit arcus medij motus cognitus ZB, seu angulus ZDA, cui sit æqualis HAB, ducta scilicet AH linea medij motus, parallela DZ, habeo triangulum ZAD, cuius duo latera, nimirum DZ, radius excentrici, & DA excentricitas supponuntur cognita; & ex his tertium AZ; cognitis porro 3. lateribus, cognoscuntur anguli, vnde cognosco angulum ZAD, item XAH, id est differentiam veri & medij motus; qui si dematur medio motui, æquabitur anomalia, id est, habebitur verus locus, nimirum X.

II. Prædicta æquatio vulgo dicitur prosthaphæresis, quod scilicet æquetur anomalia, seu inæqualitas, per demptionem & additionem prædicti arcus, differentia scilicet, motus veri & medij; demitur autem ab apogæo ad perigæum, additur verò à perigæo ad apogæum; v. g. sit arcus decursus EO, ductis DOR & AS linea medij motus, habentur duo latera trianguli ADO, nimirum DA, DO, & ex his tertium AO, & consequenter angulus DOA, vel QAS; qui si addatur medio motui, habebitur verus locus in Ecliptica, nimirum Q: est autem prosthaphæresis omnium maxima, quando sol est in O, vel in n, id est quando linea veri

veri motus cum EB , quæ dicitur linea absidum, seu connectens centra, facit angulum rectum; si AVD , æqualis OAV , est maior uAZ , totum scilicet parte; potiori iure Dy est minor DOA ; quia DA est maior DC , quæ cadit perpendiculariter in Ay ; & Dy æqualis DO , utraque hypotenu-
sa; igitur DC sustinet minorem angulum; diuisa enim bifariam Dy in L , & ex L centro descripto semicirculo yCD ; it per punctum C ; sit DK æqualis DA , ducta yK triangulum yDK est æqua-
le & simile AOD , & angulus KyD æqualis angulo DOA ; sed KyD est maior CyD ; totum scilicet parte; habetur demum angulus DyA ; ducta enim ym perpendiculari habetur angulus BDy ; igitur & Dym ; item latera Dy , mD ; igitur trianguli Aym cognosco latera, nimirum ym iam cognitum, & Am ; addita scilicet AD cognita, Dm cognita; igitur habeo an-
gulum mAy , quem detraho ex yDm ; residuus erit AyD ; sed hæc sunt facilia.

III. In Epicyclo idem prorsus obtinetur; sit enim A centrum Vniuersi; AB radius, æqualis radio Fig. 136.
excentrici, circulus descriptus centro A , sub radio AB , tum circellus seu epicyclus, sub radio BC , æquali excentricitati: supponamus iam deferri cen-
trum epicycli B à circulo BIG in consequentia si-
gnorum; id est, à B in K , & simul vna epicyclum
volui circa B , contra seriem signorum, id est, à C in
 E ; & æqualis utrinque sit motus: statuamus solem in
 C , apogæi loco, ubi centrum B delatum fuerit in K ,
sol erit in m , linea medij motus est AK , ea scilicet,
quæ à centro mundi ad centrum epicycli ducitur; ducatur Am , angulus $mA K$ est differentia motus medij
& veri, subtrahendusque à medio motu, ut su-
prà; & cum triangulum $mA K$ sit omnino simile
& æquale triangulo ADZ , prioris figuræ, eadem
est prosthaphæresis utrobique; & si sit AX æqua-
lis BC ; ductaque chorda RXP parallela QK , sit
Y

perpendicularis, item $R V$, posito centro epicycli in P , & R , $I V$ erit vtrunque tangens; & angulus $I A P$, seu $V A R$ erit maxima prosthaphæresis; nempe triangulum $I P A$ est omino æquale & simile triangulo $A D O$ prioris figuræ.

$I V$. Sit autem in n centrum epicycli, & sol in S ; sintque $V S$ Epicycli, & $B n$ deferentis similes; ducantur $n S$, $O S$, $A S$; cognosco angulum $V n S$, habeo latus $n S$; igitur alia latera $O n$, $O S$; item $O V$; qua dempra lineæ $A V$ cognitæ, habeo $O A$; igitur habeo omnia latera trianguli $A O S$, igitur & angulum $O A S$; si autem motus orbis, seu epicycli sit paulò tardior motu centri, quod fertur à deferente, apogæum non erit in C , sed tantulùm promouebitur versùs V nimirum iuxta seriem signorum; contra seriem verò, si motus centri sit tardior: posita autem vtriusque motus æqualitate, nunquam sol esset retrogradus, vt non nemo somniauit; cum enim anguli $V n S$, $n A B$ sint æquales, $n S$ $A C$ sunt parallelæ; idem dico, in quocumque loco statuatur centrum epicycli, assumpto etiam minimo motu centri; putà $y B$. nempe ab y ducta linea ad locum solis, est parallela $B C$; immò, etiam si tantulò motus orbis sit tardior, & moueatur apogæum in consequentia, vt reuerà fit in sole, non propterea sol inde fit retrogradus; quia scilicet linea à centro epicycli ad locum solis ducta, secat epicyclum antequam secet lineam absidum; sed hæc sunt longè facillima.

V . Dixi autem *suprà*, fore, vt astrum regredi videatur, si motus orbis sit notabiliter velocior motu centri; & hic maximè locum habet Optica, in hypothese Copernicana, in qua regressio planetarum est merè apparens & oculi ludibrium, vt in *dialogis* demonstrati; hinc obiter indico: sit centrum vniuersi A , in quo sit oculus, orbita solis $B C D E$; orbita Martis $F P R$; epicyclus Martis, centro F , radio $F G$, æquali $A B$; sit Mars in apogæo, nimirum in G , & moueatur orbis velociùs,

Fig. 137.

velocius, quàm centrum; id est, G versùs y, in consequentia, quàm F versùs P; haud dubiè G accelerare cursum suum videbitur; nempe motu, & orbis, & centri, versùs ortum fertur: sit vero in Z perigæo, cum moueatur versùs X, motu orbis, licèt motu centri, feratur versùs P; quia tamen primus motus est velocior secundo, planeta regredi videbitur; & maximus regressionis angulus erit FAO, ducta scilicet AO tangente: cum autem habeantur latera AF, FO, habetur angulus FAO, item AFO: hinc planeta est retrogradus circa perigæum, acceleratus circa apogæum: idem prorsus de Ioue statuendum est, nisi quod, angulus maximæ prosthaphæreseos est maior in Marte, quàm in Ioue, scilicet angulus FAO, angulo IAT.

VI. Hæc eadem in hypothefi Copernicana, & eodem modo explicantur, sit enim sol in A, terra in orbita BCD; Mars in F; si terra sit in B, videtur planeta in F; id est, in eo loco eclipcticæ, in quo reuerà est, producta scilicet AF indefinitè: si verò terra sit in C, Mars in F, videbitur Mars per lineam CF, ac proinde distans versùs occasum, à priore loco, in Eclipctica, angulo IFM, seu CFA; & cum FX, CA statutæ sint æquales, erunt etiam æquales anguli CFA, FAX; aut si accipiatur AO, ducatur FH, tangens, tum AH; oculus statutus in H videbit planetam per lineam HE, estque angulus HFA æqualis angulo FAO. nec vlla restat difficultas: idem de Ioue statuendum est. Hinc statuta terra in B, Mars est oppositus & in perigæo; & cum tellus versùs H tendat, Mars regredi videtur; vti accelerare motum, terra statuta in D; & tunc est coniunctus, & in apogæo. Hinc certò constat, eadem explicari per meras apparentias opticas in hac hypothefi, quæ per epicyclum in Ptolemaïca explicantur; item apogæum & perigæum; nempe AZ est æqualis BF, & AG æqualis DF, & motus orbis, vel epicycli æqualis statuitur motui solis; unde sequitur, planetam coniunctum semper apogæum

esse, oppositum verò perigæum; in Copernicana manifestum est; posita enim terra in B, Mars est perigæus & oppositus, apogæus verò & coniunctus terrâ in D statuta; pari modo posito semel sole in B, & Marte in G, hic est apogæus & coniunctus; translato verò sole in D, & Marte in Z, cum vterque orbis æquali motu moueri statuatur, Mars erit oppositus, & coniunctus.

Fig. 136. VII. Vt autem huiusmodi passionēs, seu motus planetarum, scilicet regressionis, accelerationis &c. sunt reales in Ptolemaica, & apparentes tantum in Copernicana, ita motus apogæi v.g. solis in hac, est realis, in illa verò tantum apparens: hoc vltimum iam *suprà* indicaui; statuamus enim solis apogæum in C, & supponamus motum orbis tardiorē motu centri; ex hoc necessariò resultat, apogæum non iam esse in linea AC, sed in alia sinistrorsum, scilicet versùs ortum; & hoc citra vllum alium motum, à motu orbis & centri distinctum: at verò in Copernicana, apogæum solis explicari nequit, nisi per excentricam orbitam, siue
Fig. 137. circulem, siue ellipticam: v.g. ex centro V, radio VB describatur orbis, apogæum, seu aphelium erit in B, & perihelium in S; & nisi circa A censeatur moueri dicta orbita excentrica, nunquam à linea AB discedet aphelium; idem dico de quolibet alio excentrico; vnde vel ex hoc capite hypothesis epicycli aliis præferenda esse videtur, in qua scilicet, motus apogæi absque nouo motu saluatur; quantum autem ex apogæi motu res Astronomica pendeat, etiam tyrones huius Artis sciunt.

Fig. 138. VIII. Aliud est, quod omnino ab Optica petitur, linea scilicet, in qua videntur stellæ, de quo breuiter hæc statuo; stellæ, quæ sunt in eodem plano eiusdem circuli maximi, videntur in linea recta, modo sint in arcu longè minore semicirculo; Sit enim A centrum Vniuersi, & semicirculus *mGn*, assumpto radio infinite producto, sint tres stellæ in eius peripheria GCD, ducantur AG, AC, AD; item GD; videbuntur
in

in linea recta GD, ac proinde C videbitur in F; si tamen accipiantur tres GDⁿ, non videntur in linea recta, alioquin D videretur in B; & multo minus si accipiantur tres magis distantes vt KGⁿ, quia licet metiri non possim oculo, distantiam Astri ab eodem oculo, nimirum longitudinem AG, si tamen G ita accederet ad A, vt eius distantiam discerneret oculus ab AG, tunc procul dubio KGⁿ in linea recta non viderentur; quantus verò arcus esse debeat ad hunc effectum, vix definiri potest; sensu tantum & experientia probari posset, assumptis tribus stellis v. g. in *Æquatore*, vel ad *Æquatorem* proximè accedentibus, vt tres istę, Borealis baltei Orionis, lucida nodi Linorum, & lucida in clune dextra Antinoi; vel infima labri Crateris, cauda Leonis, & infima duarum Plaustri versùs caudam. Si verò in eodem plano sit alius circulus minor, putà, GEI, sintque stellę EIV, videbuntur in linea recta, etiam cum GCH; vt patet ex dictis; hinc Iouiales in linea recta cum Ioue videntur, saltem vt plurimum; nimirum quando in plano sunt orbite Iouis.

IX. Contra verò, quoties tres stellę sunt in diuersis planis, faciunt triangulum; sint enim duę quęlibet stellę EF, & alia D, per EF eat idem maior circulus CEF, centro A, item per duas DF, alius maior circulus BDF; erunt duo plana ACF, ABF, quorum sectio communis erit AF; ducatur tertius circulus maior per ED; vides triangulum DEF, basim scilicet pyramidis DEFA; pari modo, FCB faciunt triangulum, & 3. EDB; & vt tres formant triangulum, ita 4. quadrangulum, & plures polygonum formare possunt; imo & circulum, vel circuli arcum. Hinc tres stellę in plano circuli minoris videri non possunt in linea recta, nisi sint in alio plano maioris, vt patet: si demum, sit continuus tractus lucidus, vt *Galaxia*, & maximus illius arcus aspiciatur, clarè videtur incuruatio, quę tamen, si arcus minor est, à linea

Fig. 139.

rectæ non discernitur; restat, ut de cauda à cometis proiecta aliquid dicamus, idque breuiter; *sequenti Propositione* rem conficio.

PROPOSITIO LVIII.

Rem cometarum Physica, Astronomia, Optica sibi vendicant; ea quæ sunt Physici & Astronomici iuris, alibi ex professo discutiuntur, nimirum in 4. Physicæ Tomo, quæ ad Opticam pertinent; obiter, uti & cætera, quantum synopsis ratio patitur, hoc loco perstringuntur: de physicis tamen & Astronomicis nonnulla prius statuuntur.

I. Cometæ corpus, seu globum ex duplici portione constare, nimirum ex interiore nucleo & reliqua materia, quasi obducta; Interior nucleus ab omnibus observatus est, qui probato telescopio uti sciunt Romæ, Lugduni, Aquis Sextiis, & in Belgio, globulus scilicet, isque reliqua portione longè minor, non tamen ad instar puncti, ut ex Belgio scriptum est, illius enim discum paulò minorem Iulio ut vocant, sæpè observavi, initio scilicet, nempe sub finem multum decrevit; suppono verò, esse corpus ignitum, opacum, puram flammam minimè nutriens, colore ferrugineo, tantulum subflavescente; cogita ferrum ignitum, sed non candens, seu picis nigrae flammam, præsertim iuxta verticem; cuius materiæ sit, hoc loco non disputo; quia res Physica est, non Optica: exterior verò portio est quasi atmosphæra cometæ, eaque valde rara, diaphana, maxima ex parte, & fortè accensa; si enim à sole illuminata, conus umbræ à nucleo projectus videretur, qui tamen nusquam visus est; sed fortè illuminatur ab ipso nucleo ignito, de quo aliàs; quidquid sit, utrumvis ad rem Opticam non pertinet: hoc addere sufficiat, materiam illam nihil esse aliud, nisi continuum cometæ profluuium, vel effluuium, ipso æthere vel aëre, seu medio, in quo movetur cometa, vel rarius, vel densius, vel æqualis raritatis, rarius

rarius autem profectò est , si flamma est.

II. Statuo , caudam nihil esse aliud , nisi corpus illuminatum à sole : non est enim materia accensa , vt constat ex situ ; cur enim soli semper esset auersa ? cur plerumque latior versùs extremitatem ? cur capiti cometæ semper adhærens ? cur tam citò flexibilis in partes oppositas mutato solis situ ? cur vel nulla , vel longè breuior , quando cometa est soli oppositus ? cur in dicta oppositione recens cometa caudam in Boream potius , quam in Austrum porrexit ? itaque statuo non esse corpus accensum , sed illuminatum à sole , cuius radios excipit & reflectit ; putà ipsas aëris atomos ; nec enim aër noster purus est ; aliquid fortè simile habemus , non modò in radio solis traiecto per foramen , intra obscurum conclaue , seu ex nube pluuiæ , per latera , quasi peccinatum prorumpente , vel emicante ; seu in crepusculis matutinis & serotinis ; verùm etiam in quibusdam cœli plagis , ad Oriona , Capricornum , Andromedam , imò ad ipsum Iouem , vt nuper obseruaui ; sed de his aliàs suo loco , pro reliquis , consule Appendicem.

III. Statuo refractionis leges in hac synopsi à me demonstratas , & licèt focus ampullæ vitreæ distet ab eius superficie , opposita illi , in quam radius incidit , eiusdem ampullæ ferè radio , si tamen ponatur ampulla , densior quidem æthere , vel aëre , at millecuplo rarior vitro , tunc foci distantia longissimè ab eadem ampullæ superficie distabit ; si autem ampulla sit rarior aëre , seu medio , radij iuxta leges suprà etiam præscriptas , à perpendiculari distrahuntur.

IV. Et vltimo statuo nonnullas obseruationes , ad rem opticam dumtaxat pertinentes quarum fidelem & accuratum censum suo loco describam , pro duobus vltimis cometis , & ne *infra* eadem repetere cogar , singulæ suis locis referentur , loco etiam & Autore appellatis ; his præmissis , ad rem venio , adhibitis etiam , vt fieri solet , numeris , ad rerum capita distinguenda.

I. Explicatur causa Optica caudæ , seu barbæ cometæ ;
sit

Fig. 140. sit nucleus cometæ A, reliqua portio atmosphæræ, & radius totius sphæræ compositæ A E; sit radius solis versùs partem E illapsus, si supponatur atmosphæra, eiusdem cum reliquo medio densitatis, radius FE non refringetur, sed vltra produceretur in En, sicuti GH in HI, y V in VX; at si sit densior, FE refringetur ad perpendicularem putà in EPQ, item GH & y V post geminam refractionem secabunt axem BO vltra P, versùs O, vt *suprà* demonstratum est; si demum est rarior, FE refringetur à perpendiculari & distrahetur in Em, vti GH in HLK, y V, in VTS; vnde vides, formari figuram scoparum, seu calathæ, qualis reuerà est caudæ proiectæ figura; suppone enim innumeros alios radios parallelos FE & GH, incidentes sphæræ rariori EBR, ac deinde distrahi, scoparum more.

Fig. 140. I I. Iam superest, vt videantur refracti radij à cæruleo cœli colore distincti: cæruleus ille cœli color vnde amabò est? certè ab atomis, quæ aëri insunt, lumen solis reflectentibus; cum igitur dubium non sit, quin radij solares directi medium illud inter ECR, & mO, interiectum afficiant, minus tamen sensibili affectione, si noua luminis accessio fiat, & noui radij solares accedant, quis neget, affectionem luminis fore maiorem? igitur cum radij directi solis, vt dh, db, & alij directi, innumeri medium illud collustrent iisque refracti Ebm, LhK accedant; quid mirum, si tractus ille illuminatior videatur, vt crepusculum, & polaris albor, &c. de quibus *suprà*; est enim lumen satis dilutum, & sensim versùs extrema deficiens, quia versùs extrema, radij dilutiores sunt: hæc igitur Optica ratio est dictæ figuræ, quàm in caudis duorum vltimorum cometarum, centies vidi, & innumeri vbique gentium viderunt; item in cometa vltimo anni 1618. obseruarunt P. P. Horatius Grassius, Blancanus, Cysatus, Keplerus, & mille alij.

III. Sic etiam rectè explicatur, cur in Cometa anni 1618. P. Grassius die 30. Nouembris, clarè & euidenter obseruarit

obseruatit lineam rectam, quæ per mediam caudam secundum longitudinem ibat, instar medullæ arboris, ut loquitur; nempe, cum nullus radius refractus cadat in axem CO, sicuti in reliquas lineas, quid mirum, si inde aliqua luminis diuersitas consequatur; accedit, quod præter radium y V parallelum, axi BC, ab extremo solis disco cadit alius perpendiculariter, directè tendens in A irrefractus, ac tandem illapsus iuxta C foras emergit recedens semper ab axe CO.

I V. Illudetiam explicatur, quod à nonnullis obseruatum est, ac præ cæteris à P Henrico Ignatio Regis, viro sanè arctissimæ necessitudinis nexu mihi coniuncto, Aquis Sextiis, die 19. mensis Decemb. anni 1664. scilicet initium caudæ, seu radicem illius nonnihil nigroris præ se tulisse, quem deinde color satis lucens & albicans excipiebat; radix autem caudæ est in C; quidni enim aliquid umbræ à nucleo A proiectum sit, qui, ut sincerè fatear, initio mihi, cæterisque longè maior visus est, quàm deinceps; quid mirum ergo, si sensibilem umbram proiecerit, eamque modicam; nec est, quod timeas, ne tractum cometæ AC umbra offuscarit, nam vel ignis, seu flammula est, vel à nucleo A illuminatur; quamquam, & flammulam rariorem esse præstet; nec dicas, flammam non sphæricam, sed conicam figuram induere, nam mera illusio est; quasi verò sol igneus non sit, & sphæricus; à centro globi totalis, qualis est cometes, quoquoersum sursum itur; cuilibet enim globo totali suum centrum est; igitur halitus quoquoersum tendit; cogita totum terraqueum globum arde- re; quoquoersum ascendet halitus.

V. Opponet fortè aliquis, halitum illum circumfusus aëre rariorem, ac proinde leuiorem ab eodem sursum extrudi, iuxta legem grauium; vnde solus Cometæ nucleus restaret; rectè omnino; sursum extrudit, sed alius illi succedit, cùm sit perenne effluuium, ut videre est in flamma lucernæ, quæ licet eadem esse videatur, continuè tamen mutatur; auolat enim halitus:

Z

hinc ratio, cur nucleus minuatur; nisi enim hoc fieret, idem semper maneret nucleus, idemque cometa; inde petes rationem, cur semper sub finem cometæ, minores sint; nulla enim alia ratio facit satis, ut ni fallor, suo loco demonstrabo, & euincam ex obseruationibus, cometas, ob nimiam à terra distantiam nostris oculis minime subduci.

V I. Non est etiam, quod aliquis dicat, Keplerum iam Autorem fuisse huius doctrinæ; nempe Keplerus voluit, dictam atmosphæram cometæ, esse densiorem aëre, ac proinde solares radios incidentes refringi ad perpendicularem & decussari cum axe, sicuti FE refringeretur in EP ; sed hoc stare nequit; sit enim FE ultimus, seu supremus illapforum, refractus in EPQ , nullus ex illapsis inter EP , deinde refractus, secatur axem CO , citra P , sed ultra; nimirum inter PO , iuxta leges refractionis supra demonstratas; igitur intra angulum OPE , relinquitur satis magnus tractus, radiis refractis intactus, unde lacuna, quam Keplerus ostendit, pro cavitæte curuaturæ caudæ; sed iuxta easdem leges, lacuna illa utrinque esse debet, cum tamen caudæ curuitas inde cavitatem quidem, sed hinc conuexitatem præferat, quando scilicet cauda illa curua est, cuius rationem Opticam paulò post afferemus.

V II. Caudam conicam nemo vnquam vidit; alioquin dicendum esset, atmosphæram esse tantulo densiorem aëre; ita ut radij coëant ad immensam ferè distantiam; quare sensibile tantum restat frustum coni; cuius latera cum sint ferè parallela, formam cylindri faciliè præfert, in tanta præsertim distantia: si porro caudæ forma conica est, atmosphæra densior erit, ita tamen, ut postremus radius refractus EP longitudinem caudæ sensibilis terminet, ac definiat; sic enim vitium Kepleriani commenti castigatur, arceturque gemina illa cavitæ. Denique si atmosphæra æquè densa esset, nulla fieret in ea fractio, & nulla esset cauda; quia solares radij perinde per tractum caudæ propagarentur, scilicet paralleli

paralleli, atque si per dictam cometæ atmosphæram tra-
iecti non essent; vbi autem sit fractio, sit noua luminis
modificatio, ac diuersus color, iuxta certa colorum
principia, quæ hic suppono; quod autem diuersa sit lu-
minis modificatio, seu collectio, euidenter demonstro.
Supponamus enim sd esse puncta solaris disci, ductif-
que sb , db , nullus alius radius solaris directus cadat in
punctum b , nisi intra duos db , sb , contineatur; sta-
tuta verò atmosphæra EBR , præter Fb , directum,
 FEb , refractus in idem punctum b cadit; itemque alij
radij profecti à segmento solis Fd , illapsi in arcum
 HE ; igitur in puncto b est noua collectio luminis; idem
de aliis punctis dictum sit.

VIII. Versus extremitates laterales Em , cauda il-
lustrior est; eò enim plures radij refracti & directi, iux-
ta easdem regulas, incidunt, nempe directi cadentes in
 b proficiscuntur à portione disci solaris ds & continen-
tur angulo dbd ; cadentes verò in θ , proficiscuntur à
segmento solaris disci Fd minore sd ; & continentur
intra angulum $d\theta F$, minorem dbd . hoc phænomen-
on ab obseruatore Veneto in lucem editum fuit, &
aliquid simile alij obseruarunt; addit autem prædictus
obseruator, iuxta latera caudæ, v. g. iuxta Em , aëra
visum fuisse magis atrum; idem etiam mihi visum est;
fortè propter vicinum candorem; sed alia ratio est; nem-
pe cum nullus radius refractus in tractum illum aëris
continuum incidat, supponitur enim Em vltimus re-
fractorum, & pauciores directi; nempe interposita sphæ-
ra BEC multos & ferè infinitos directos intercipit;
quid mirum, si vberioris luminis defectu, tenuis illa
medij fascia, lateri Em contigua magis atra videatur;
quod autem plus luminis sit in b , quàm in m , manife-
stum est; tum quia radij decussati versùs m distra-
ctiores sunt, vnde lumen dilutius; tum quia plures
radij directi incidunt in b , quàm in m ; sed hæc sunt
facilia.

IX. Aliud fortè difficilius Lugduni obseruatum à R.

Z 2

P. Francisco de la Chaise Societatis nostræ, qui pro sua humanitate, Lugdunensium, Aquentium, & Parisiensium obseruationum me participem fecit; Lugduni ergo obseruatum, adhibita Telescopij opera, caudam circa extremitates diuariatam & bifurcatam esse, in modum caudæ hirundinis: ratio huius effectus Optica ex dictis manifestè sequitur; nempe radius refractus proximus axi, putà VT , licet initio parum ab axe discedat, sub finem tamen sensibilibiter; vnde caudam quasi bifurcari, necesse sit, addo, radios refractos, vel eorum decussationes, circa axem AO rariore seu distractiores esse; imminuto igitur lumine, propter huiusmodi radiorum, seu decussationum distractiones, quid mirum, luminis effectum imminui; hinc breuior cauda circa axem; bifurca igitur & diuariata: sed hoc merum accidens esse crediderim; alioquin semper eueniret; Quare dicendum est, id prouenisse, ex atmosphæræ portione heterogenea, in qua scilicet pauciores radij refringantur, ac proinde minor fiat proiectio, vt à multis obseruatum est in priore cometa; appellabo virum, quem summopere colo, & magnifacio, D. Cassinum, qui die 27. Decembris caudam cometæ vidit, vt ab vna parte valde imminutam, ita ab altera valde productam; idem ego non semel vidi; aliiq; sæpè viderunt.

X. Huc reuoca cometas erinitos; imo licet vltimus caudatus esset, adhibita tamen telescopij opera, caput illius visum est albicante, eoque densissimo capillitio inuolutum die 2. Aprilis; vt Lugduno ad me scripsit die 7. Aprilis, idem qui supra, sed nunquam satis laudatus, P. Franciscus de la Chaise: cogita magnam & longè lateque dispersam lignorum diuersi generis struem accensam, & numera, si potes, tot flammulas, tot pyramidas, & vt analogia meliùs congruat, cogita totam orbis terraquæ superficiem ita conflagramentem, sparsa huc illuc heterogenea materia, seu ignis pabulo; quam magna esset flammularum varietas
&

& inæqualitas; nempe hæc altiùs affurgeret, illa depressior maneret; hæc crassior, illa rarior; quis neget, inde visum iri subalbicans capillitium? & cum perpetuus flammularum motus esset, isque tremulus, quo, modò altiùs eadem affurgeret, modò depressior, vt dixi, maneret, quis neget, inde sequi eiaculationem illam, seu vibrationem, quam in vltimo cometa anni 1618. Cysatus, Longomontanus, Keplerus, aliique adeò celebrarunt; qua scilicet, modò in maximam longitudinem 60. 70. 100. graduum cauda producebatur, modò ad longè minorem, 10. & 20. contrahebatur eadem die, imò & hora; nempe assurgente flamma, producebatur, & subsidente, adducebatur.

XI. Hinc etiam tremor caudæ, flammulis scilicet subfulim affurgentibus & subsidentibus; vbi enim vel tantulum plana, seu tangentes mutantur, quibus radij solares illabuntur, mirum, quanta inde in radiis, seu refractis, seu reflexis mutatio consequatur: cogita radium solarem à plano speculo reflexum, ex cuius vel modica inclinatione, locus projectionis tanto intervallo mutatur: si tamen superficies conuexa RBE probè læuigata & æqualis esset, nihil horum profectò sequeretur; linea tantum subobscura caudam per medium, secundum longitudinem, id est, secundum axem dirimens, adinstar coni, versùs basim iret in conum acutissimum; cum enim cauda illa sit diaphana, hoc luminis decrementum hand dubiè sub aspectum nostrum caderet, futurum alioqui intra profundum frusti conici reconditum, reuoca etiam ad dictam flammularum inæqualitatem heterogeneam, diuersos colores, qui circa nucleum, in penultimo cometa, visi sunt, argenteum scilicet plumbeo circumdatum, quem rubor obscurus ambibat, & hunc nigricans limbus, vt iam *suprà* laudatus P. Ignatius Regis Aquis Sextiis observauit, die 19. Decembris anni 1664. item subflauum illum, quem in nouo cometa, Lugduni obseruarunt; nimirum luce subflaua inflammatum.

XII. Dubitari non potest, quin cauda cometæ sit diaphana; quid enim vetaret? cum præter aëra, cum innatantibus atomis, nihil caudæ subsit: hinc stellæ per mediam caudam visæ sunt sæpius, tum à me, tum à multis aliis, tum Romæ, tum in Gallia, tum in Germania: celebris fuit observatio die quinta Ianuarij anni 1665. quo lucida mandibulæ Ceti, visa est in ipso axe caudæ distans à capite 20. minutis, quæ distantia observata fuit Romæ, Aquis Sextiis, Lugduni, Leodij, & alibi; unde certè modicam paralaxim esse, oportet; cum in tot locis eadem ab eadem stella distantia observata fuerit; & licet pro duobus tantum locis, hoc argumentum paralaxeos, in quolibet situ, non concludat, ut iam alij ostendere conati sunt; si tamen ex 4. 5. imò & pluribus locis, illa eadem distantia observata sit, haud dubiè concludit argumentum, sed de altitudine cometæ adhuc *infra*.

XIII. Non tamen hîc omittendam censeo, singularem observationem accuratissimi P Ignatij Regis, quæ sic habet, ex illius verbis, ad me scriptis die quinta Ianuarij. *Cometa*, inquit, *visus est Aquis Sextiis sub elevatione poli gr. 43. 33. min. in suo ferè meridie, altus grad. 49. 2. min. hora ferè 7. 46. min. post meridiem, cometa caput distabat à lucida mandibule Ceti 20. min. quæ cum esset in medio caudæ, solito lucidior trans caudam apparuit, circumdata limbo nigricante, & idem accidit aliis stellis, quas cauda interceptit, nimirum 22. decemb. 9. & 10. Ianuarij, &c.* Eadem stellæ Leodij in cauda visæ sunt, iisdem diebus, 22. scilicet & 9. pro die 10. deest observatio; item alibi, ut Romæ; id eo porro trans caudam stella lucidior, id est, illustrior, seu candidior apparuit; quia albor medij, scilicet caudæ, albori stellæ coniunctus, intentiorem alboris affectionem, seu speciem oculo impressit; ita sæpè mihi accidit, ut sole per fenestras maiores nostræ Basilicæ, quasi pleno radiorum alueo, illapso, dum è longinquo per medium tractum à sole collustratum, album obiectum, putà marmor læuigatum, ponè situm aspicio,

aspicio, longè candidius video; atomi enim à solaribus radiis illuminati, quæ alioquin non caderent sub sensum, vegeti luminis appulsu, oculum afficiunt, qui cum etiam ab vltiore marmoris albore afficiatur, quid mirum, si potentiùs affici contingat; hæc ni fallor germana est huius phænomeni ratio: quod verò spectat ad nigricantem limbum supra memoratum, ex eo prouenit, quod vegetior stellæ albedo exteriorem atri ambientis limbum magis atrum reddere videtur: imò si reipsa color ater esset, subiectæ caudæ albor illum expungeret.

XI V. Caudæ latitudo modò maior, modò minor, etiam eiusdem cometæ apparet: sic obseruanti dicto Patri Regis cauda breuior quidem, latior tamen die 2. Decembris visa est; de longitudine & breuitate paulò post dicam; quod verò spectat ad latitudinem caudæ, illa tantùm prouenit à duplici causa; prima est, maior atmosphæræ cometæ diameter; quò enim maior est, cauda latior est, vt patet; cum vtraque basis frusti coni proportionaliter crescat, & decreseat; altera causa est maior raritas eiusdem atmosphæræ; quo enim rarior est, maior erit angulus refractus, vt patet; ac proinde radiorum vltimò refractorum maior distractio; maior igitur proiectæ caudæ latitudo.

X V. Caudæ longitudo ex situ solis, cometæ & oculi pendet; & hîc Optica præsertim suum locum habet; est autem cauda in plano maioris circuli, ducti per locum solis & locum cometæ; & vt ab ipsa oppositione initium ducam, quam in penultimo cometa obseruare potuimus, quasi in ipso tropico, sit centrum mundi A, Æquator BC; sint anguli DAB, EAC gr. 23. 30. min. ductis AE, AD, ducantur diuersi orbes, sub radiis An, AK, AE; sitque AK radius orbitæ solaris; supponamus solem in H, ducta HK parallela BC; & ex O, descripto semicirculo HSK, ponamus cometam in K, scilicet in tropico Capricorni, erit oppositus soli sito in H; sitque longitudo realis caudæ Km, ducta Am, videbitur sub angulo mA K; voluatur enim figura AHSKm, circa

Fig. 141.

circa AS , donec OK sit perpendicularis plano $ABFC$, erit, tum sol, tum cometa in meridiano; eritque AK australis Am ; igitur cauda Km versus Boream projici videbitur, sub angulo mAK .

XVI. Si verò cometa longius distet à centro mundi, sitque v. g. in E , ducta ERD , parallela BC , descriptoque semicirculo DTE , & ducta HEL , sumpta scilicet EL , æquali Km , voluatur $ADFE$, vt *suprà*, ducta demum AL , cauda EL videbitur versus Boream, sub angulo EAL , qui minor est KAm : igitur quò altior est cometa, eò minor, seu breuior apparet cauda cometæ; & contra longior, quò ipse cometa humilior; v. g. statuatur cometa in n , ducta nQ , parallela, descriptoque ex 1. semicirculo $IQRn$, ducta item HnP , sumpta nP æquali Km , & tandem ducta AP , factaque reuolutione, vt *suprà*, videbitur cauda cometæ nP proiecta versus Boream, sub angulo nAP qui certè maior est angulo KAm .

XVII. Hinc penultimus Cometes altissimus censendus esset, si nulla omnino cauda visa esset in ipsa oppositione; vel circa illam; visa autem fuit die scilicet 28. decembris à P. Ignatio Regis, versus Boream proiecta, quo die, cometes fuit soli oppositus, saltem proximè; quod certè ad præsens institutum sufficit; vnde tanta fortè altitudo cometæ non fuit, quantam aliqui prædicant; nempe statuta maxima altitudine, angulus EAL insensibilis euaderet; contra verò maximus, posita minima altitudine; ducatur conchois polo H , regula AE , mensura æquali EL , Km , &c. data qualibet altitudine, habebitur angulus, sub quo proiecta cauda cometæ in oppositione siti videbitur; & quotiescumque radius solaris, is scilicet, qui à sole ad cometam ducitur, est Australis radio visuali, (sic eum voco, qui ab oculo, vel centro vniuersi, ad cometam ducitur) cauda in Boream projicitur, quando verò est Borealis, cauda in Austrum proiecta videtur, eò longior, quò maior est ille angulus, sub quo videtur; is autem eò maior est, quo ipse

ipse cometes humilior : vbi verò radius solaris concurrat cum visuali, quod accidit, quando sol & cometes sunt in punctis oppositis eiusdem azimuthi, seu circuli verticalis, tunc nulla cauda cerneretur ; crescere tamen cometæ atmosphæra videretur ; nempe caudam distractam & explicatam in cometæ comam conuerti videres ; v.g. si sol statueretur in π , & cometa in aliquo puncto radij A E.

XVIII. Extra oppositionem verò res ita se habet, vt cauda sit in plano circuli maioris, ducti per centra solis & cometæ, v. g. sit sol in H, & cometa sub eadem declinatione, in S, erecto scilicet semicirculo H S K, ductaque ab A, ad punctum S erectum, linea, & tracta H S in H X, ductaque tandem A X, habetur angulus H A X in circulo maximo, ducto per centra solis & cometæ ; & consequenter arcus circuli maximi interceptus solem inter & cometam : cauda autem videbitur in eodem plano, cuius situs habebitur, si voluatur H A X circa H A, donec punctum X concurrat cum puncto S erecto ; habebitur etiam inclinatio huius circuli ad Eclipticam : assumpta demum reali longitudine caudæ X γ , & ducta A γ , videbitur cauda sub angulo X A γ , & si aliquæ stellæ sint in eodem plano sito vt supra, nec procul absint à puncto X, cum ipso cometa erunt in linea recta ; quare in globo dictus circulus faciliè habebitur, cum in eo illæ stellæ sitæ sint, quæ vel sunt intra cometæ caudam, vel ad quas cometæ cauda recta tendit.

XIX. Hinc sæpè accidit, vt cauda cometæ licet in eodem plano circuli maioris cum sole semper sit, non tamen soli semper directè respondeat ; supponamus enim cometam in puncto X, concurrente cum puncto S erecto ; sitque aliqua stella dextrorsum in eodem plano dicti circuli maioris, haud dubiè cauda cometæ videbitur esse in eadem linea recta cum ipsa stella, quæ per centrum cometæ producta sinistrorsum, in centrum solis minime cadit ; vnde fieri potest, vt in Venerem ire videatur,

A a

quod miror à Tychone observatum non fuisse: si autem cometa sit altior sole, & in eodem meridiano, sole semper statuto in H, sit distantia cometæ AD, ducta DE, parallela BC, describatur ex centro R semicirculus DTE; cometa sit in T erecto, sumptaque HR & traducta in ad , & erecta aG , æquali RT, traductaque DG, in HV, & tandem ducta AV, voluaturque AD γ circa AD, donec γ concurrat cum T erecto ut supra, videbitur cometa in meridiano, & cauda Vy, æqualis X γ sub angulo VAy, qui minor est XA γ : erit autem idem planum cum priore, ut patet, denique si distantia cometæ sit AQ, ductis Q n , HI, descripto & erecto semicirculo QR n , traductisque HI in ad , IR, in $a\beta$, & $d\beta$ in HZ, ac demum X γ in $z\delta$, videbitur cauda $z\delta$ sub angulo zA δ , qui maior est XA γ . eritque idem planum, & reliqua ut supra.

XX. Ex his, ni fallor, habetur tum situs, tum longitudo caudæ; cum autem cometa penultimus paucis gradibus, ante & post oppositionem, proiecerit caudam, quæ visa est sub arcu 30. ferè graduum, inde colligo, fuisse infra solem; nempe angulus AKO est grad. 23. 30. min. sed hic maior est omA , scilicet exterior triangulo AK m . Vbi porrò cometa est in Hozironte, si sit cum sole in eodem circulo verticali, cauda erecta perpendiculariter supra horizontem videtur: sic vidimus die 17. Aprilis ultimi cometæ caudam erectam; item die 16. quia reuera sol & cometa erant in eodem verticali physicè; igitur cum in plano eiusdem circuli maioris videatur cauda, in quo sol & cometa siti sunt, si dextrorsum, vel sinistrorsum cauda deflecteret, in eodem plano circuli maioris non videretur; antrorsum inflexa videri nequit, potius quàm retrorsum; sic stellæ videntur in linea recta, horizontis plano perpendiculariter insidente, quæ in eodem verticali sitæ sunt; si autem sol ab eodem verticali ad Austrum deflectit, cometæ in horizōte siti cauda ad Boream; si sol ad Boream, cauda ad Austrum verget.

XXI. Si

XXI. Si autem cometa sit in v , demissa vu , & traducta in aw , item Hu in aT , tum $T\omega$ in Hz , sumpta rv æquali Xz , & ductis Av , Ar ; AX , Aa sunt æquales; item rv , Xz , porro rv non attingit circum DFE, ut patet; nempe ductis innumeris lineis ab H ad peripheriam DFE C, ut tangens in H , est longissimum segmentorum interceptorum; ut Xz , ita segmenta linearum, quæ accedunt propius ad dictam tangentem, sunt aliis longiora; igitur rv non attingit peripheriam DFE; igitur Av est brevior AV , igitur angulus rAv maior angulo XAz ; sit enim triangulum ABC , si assumatur quælibet BD , æqualis BC , & ducatur AD , maior AC , angulus BAC maior erit angulo BAC ; unde sequitur, caudam eò maiorem esse, supposita eadem cometæ à centro vniuersi distantia, quò ipse cometa ad solem propius accedit.

Fig. 142.

XXII. Ex his, etiam colligere possumus, cometam ultimum anni 1618. quì 10. Decembris adeò longam caudam projicere visus est; nimirum ad 100. gradus & ultra, longè inferiorem sole fuisse; sit enim circulus $COBm$, Æquator CB , tropicus Cancrì EG , Capricorni DE , sol 10. Decembris haud procul aberat à tropico Capricorni, statuatur ergo in D , nam perinde est; cometa etiam parum distabat à tropico Cancrì, distabatque à sole arcu maioris circuli grad. 60. sit igitur arcus HD grad. 60. ductis autem AH , DG , HK perpendiculari in AD , tum descripto semicirculo FSG , ducta tandem PI , reuolutoque semicirculo FSG , circa FG , donec erectus sit, in plano $COBm$; reuoluto item semicirculo DHG , circa DG , donec punctum H respondeat directè puncto P , demissa scilicet perpendiculari; concurreret haud dubiè H cum I erecto, isque est cometæ locus; ducatur DH indefinitè producta, hæc nunquam concurreret cum illa; & cum angulus HAX , sit æqualis HDA , ac proinde grad. 60. posito cometa in H , cauda 60. grad. longa videri non posset; sed videtur sub angulo 100. grad. igitur cometa accedit propius ad

Fig. 143.

Aa 2

Fig. 144. A; sit angulus HAn , 100. gr. ducatur Dn , cometa erit in V; igitur longè inferior sole, vt patet; cometa etiam anni 1665. die 5. Ianuarij infra solem fuisse videtur; cum enim sol esset in grad. 13. Capric. circiter, & cometa in 8. gr. Tauri, distabat à sole arcu circuli maximi grad. circiter 115. sit ergo sol in B, *fig* 144. centrum mundi A, angulus BAC grad. 115. ducantur BC, AC, AG, parallela BC; angulus ACB est grad. 32. 30. item angulus GAC; igitur vt cauda videretur sub angulo GAC deberet esse infinitè longa; sed eod die visa est sub angulo grad. 30. vt multi obseruarunt, præsertim P. Ignat. Regis; sit ergo angulus AFD gr. 2. 30. min. erit angulus CAF gr. 30. est autem secans AF plusquam dodecupla AC. quis autem sibi persuadeat, caudam ad tantam longitudinem se se extendere; si autem sit cometa in I, cauda erit IG; apparens sub eodem angulo IAF, gr. 30. & tamen cauda IG esset adhuc longa 1788800. milliaria.

Fig. 143. XXIII. Etiam si habeatur stella, ad quam cauda terminatur, haberi non potest vera cometæ altitudo; supponamus enim terminari ad stellam n , cognoscitur arcus nG , item Hn , cometa sit in V, ducatur An , ita vt HAn , sit angulus sub quo videtur caudæ longitudo; supponatur deinde cometa in Z, ducatur DZn , videbitur extremitas caudæ respondere eidem stellæ n , & longitudo caudæ Zn , sub eodem angulo HAn ; idem dictum sit de alijs punctis; igitur ex hoc sciri nequit, quantum cometes à terra distet. Si porro ducat. Hy parallela An , & cometa statuatur in y , extremitas caudæ non terminat rectam An , vt patet; cometa igitur fuit infra y : hinc fortè dictus cometes anni 1618. suprâ lunam, multis saltem semidiamentris terræ non fuit: hinc conijcere licet, cometas visos ante aliquot menses, scilicet anni 1664. & 1665. longè superiores fuisse, quia caudam, seu barbam breuiorem proiecerunt; inde etiam fortè colligere licet, tantam non fuisse distantiarum differentiam cometæ penultimi; à centro mundi, quantam aliqui publicarunt; cum & caudæ projectio,

proiectio, & diametri ratio secus persuadere videantur; dixi tamen fortè, quia hæc ab aliis capitibus pendent, putà ab atmosphæra magis, vel minùs producta, à maiore, vel minore consumptione materiæ; accedit lunæ splendentis lumen, aliaque id genus.

XXIV. Curvitas demum caudæ ab Optica petenda est; quamquam nonnullis difficilioris operæ visum est, omitto refutationem commentorum aliquot, quæ nonnulli excogitarunt; obiter tantum dico longiores præsertim caudas curuari, seu lunari; & cum longiores caudæ à cometis parum altis projiciantur, inde videre liceat, quam ob causam, cauda cometæ anni 1618. lunata fuerit, recta verò cauda cometarum an. 1664. & 1665. nempe hi longè sublimiores fuerunt, illæ verò humilior. Sit igitur cometa in *V*, & cauda proiecta *Vn*, haud dubiè licet sit in *V*, ob vicinitatem tamen, in *V* non videtur, sed propter paralaxim, declinans versùs Austrum; ducta autem perpendiculari *AQ*, cum punctum *Q* accedat propiùs ad *A*, maiorem quoque paralaxim patietur, hinc magis adhuc versùs Austrum deflectit, & cum sensim cauda *Vn* attollatur, ac proinde quo longiùs ab *A* recedunt, illius partes, minorem faciant paralaxim, hinc fit, ut in plano semicirculi *DHG* esse videantur, cum tamen illæ caudæ partes, quæ ad *A* propiùs accedunt, ab eodem plano versùs Austrum deflectere videantur; & cum sit continua partium eaque inæqualis deflexio, lunatio, seu curvatura, inde necessariò sequitur cauda curva, cuius convexitas ad Austrum spectat.

XXV. Eadem ratio aliis cometis applicari potest; haberi tamen debet ratio projectionis, & sitûs, tum cometæ, tum solis, tum etiam distantia cometæ à terra, & arcûs intercepti solem inter & cometam; item longitudinis caudæ; nempe fieri potest, ut extremitas caudæ accedat propiùs ad *A*, quàm caput; v. g. si extremitas esset in *Q*; nec est, quod aliquis dicat; ex modica paralaxi, tam insignem curvaturam haberi non posse; quod certè faciliè admitterem, si vnica tantum paralaxis esset, sed continuata

parallaxium inæqualium series, sensibilem curvaturæ apparentiam præstare potest: Hinc etiam ratio petitur, cur cauda, caput & sol in eadem recta sita esse interdum non videantur; facit enim capitis parallaxis, ut dicta recta linea à sole deflectat; accedit, quòd longitudo caudæ aliquam curvaturam inducit; cuius rei analogiam habemus in via lactea; nec enim, ut dixi longior & continuus tractus, etiam in plano eiusdem circuli maximi, ad instar rectæ videtur, ut suprà demonstratum est. Sed de cometæ caudâ, hæc indicasse sit satis.

XXVI. Cometæ motus in vera hypothese, sito scilicet terraqueo globo in centro mundi, eoque immobili, non difficilè explicatur, cum sit omnino similis motui planetarum: sic cometa, qui mense Decembris anni 1664. mundo visus est, movebatur contra seriem signorum; ac proinde cum versùs perigæum minores orbes decurreret, quid mirum, si citius; ac proinde stellas post se relinqueret longo interuallo; ubi verò ad apogæum accessit, cum maiores orbes describeret, tardiùs eos describere visus est, ita ut ferè stare videretur, saltem secundum longitudinem, & æquali cum stellis tempore suum circulum ab ortu ad occasum conficeret. Hanc hypothesein indicaui in *Dialogis Physicis* in lucem editis; sed nouis obseruationibus à me factis, comperi Veneris apogææ distantiam à terra esse plusquam duplam Veneris perigææ, vnde plusquam duplo citius orbem suum ab ortu ad occasum decurreret; quod certè obseruationibus repugnat; quare aliam hypothesein statuam, in *tomo Physice* qui proximè succedet, in quo de corpore cœlesti ex professo agam, & in sequenti appendice; ac demonstrabo spiralem illam Hypothesein, quam ni fallor ad supremam coronidem in *dictis Dialogis* euexi, obseruationibus non facere satis; hîc obiter indico.

XXVII. Statuo motum primi mobilis nihil aliud esse, quàm motum totiùs spatij ætherci; quod finge moueri, eo prorsus modo, quo radius à centro mundi ad firmamentum ductus, circa centrum & axem mundi ita moueretur,

moueretur, vt omnes illius partes æquali 24. horarum tempore, ab ortu in occasum suum orbem absoluant; cogita igitur quodlibet corpus cœleste, ita in orbem deferri à dicto medio æthereo, sicut nauis à secundo flumine defertur; quod si nullo alio motu moueatur, eidem semper cœli plagæ responderet; cogita quæso inquam solem ab illo medio diurnum illum motum habere, proprium verò circa centrum mundi in Ecliptica ab occasu ad ortum, circa axem Eclipticæ, cum eo dumtaxat motu sursum ac deorsum, vt in hypothesi, terræ mobilis in dictis *Dialogis* exposui; sic enim Ecliptica circulus excentricus euadit; inde etiam sequitur apogæi motus: sed hæc non repeto, quæ satis fusè in *Dialogis* exposui, & datâ fortè operâ, terrestrem globum pro solari adhibui; muta globos & erit noua hypothesi, quàm ex professo in tractatu de corpore cœlesti exponam & sphaëris cœlestibus applicabo.

XXVIIII. Explicatur motus cometæ in linea recta, Fig. 145. siue contra, siue iuxta seriem signorum; sit enim centrum mundi A, & circulus maximus BCDE in cuius plano cometa videtur moueri, qui ex tribus obseruationibus facillè habetur, eiusque declinatio, tum ab Æquatore tum ab Ecliptica: supponatur perigæum cometæ in B, principio Cancrî, ducatur tangens PBR, indefinitè: iam si cometa mouetur contra seriem, vt reuerà mouebatur cometa penultimus, ibit à B versùs R, vel æquali motu, assumptis segmentis æqualibus BIGH, &c. qui tamen inæqualis apparebit in arcubus quadrantis BE; licèt enim BG, GL sint æquales, est tamen arcus BV longè maior quàm VQ: potest etiam motus esse inæqualis, ita vt in descensu versùs perigæum, sit acceleratus, in ascensu verò à perigæo, retardatus; hinc segmenta erunt secundùm numeros impares 1. 3. 5. vt in m B. Eodem prorsus, modo explicatur cometæ motus in consequentia.

XXIX. Motus in consequentia explicari etiam potest in maximo excentrico, eo modo, quo *suprà* dixi, solem

folem moueri iuxta nouam hypothesim, ita vt cometæ circulus diurnus sit ab aura ætherea, à qua defertur, proprius verò motus, versùs ortum, circa centrum mundi, addito accessu illo ad apogæum & perigæum, ex quo necessario sequitur orbita excentrica; sed cum ipse cometa non sit in tempora, vt planetæ, nec in loca, vt stellæ, sed in alium finem nobis incompertum, non video, cur motu proprio circulari moueri debeat; accedit, quòd motus in præcedentia in excentrico explicari nequit, vt paulò post dicam; sed ingens & pene immensus epicyclus assumendus est, cuius centrum incertum sit, nam centrum illud ponere in stellarum aliqua, prorsus fabulari est; ad quid enim, & cur hanc potius quàm illam. Denique cum nullus vnquam cometes maiorem arcum semicirculo circuli sui maximi decurrerit, ad quem tamen is proximè accessit, qui an. 1472. visus est, & quem Pontanus descripsit; item is, quem vidimus mense Decembri anno 1664. qui à grad. 12. Libræ ad 25. Arietis, contra signorum ordinem processit; pauci ergo gradus, vt vides ad semicirculum deerant; cum igitur nullus ex cœlestibus globis infra stellas in circulo moueatur, qui suum integrum orbem non conficiat, & cometa nunquam integrum semicirculum decurrat, huius rei germana ratio est, si dicamus, cometam moueri in linea recta.

XXX. Motus cometæ ex retrogrado dicitur fieri directus; vnicum exemplum huius rei adducitur, in cometa an. 1556. quem obseruauit Homelius, à spica Virginis ad Arcturum, & hinc, per 15. grad. versùs polum eclipticæ, hucusque stationarius fuit; inde porro recta ad polum arcticum Æquatoris; hic motus est retrogradus; inde verò per Andromedam ad signum Piscium; hunc motum secundum ordinem signorum esse, dicit Homelius; sed profectò toto cœlo fallitur; nempe Andromeda est in Ariete, sed ab ♃ ad ♋ motus est retrogradus: igitur vbi reuera constiterit de huiusmodi mutatione motus cometæ, ita vt vel ex retrogrado directus, vel ex directo retrogradus, facile erit, cum Tychone Epicyclum accersere,

fere, à quo tamen abſtinebo, donec de re ipſa conſtet. Secundum exemplum pari laborat vitio, ſcilicet cometæ an. 1569. quem dicit Keplerus, proceſſiſſe ex Cancro, & verſus finem, dimiſſo itinere directo, deflexiſſe verſus 4. grad. Virginis; motus igitur ſemper directus fuit: eadem repugnantia eſſe videtur in tertio & ultimo exemplo cometæ an. 1582. vt conſideranti patebit: & verò in cometis accuratè obſeruatis, v. g. an. 1577. 1585. à Tycho, 1607. à Longomontano, 1618. à Cyſato, an. 1664. & 1665. à me, & aliis nunquam, vel ex directo retrogradus, vel ex retrogrado directus euasit; ſæpè quidem cometes viſus eſt ſtationarius, vt penultimus; nempe inſenſibiles tandem euadunt, cuncta hæc ad calculos facilè reducuntur per doctrinam tangentium. Demus tamen, aliquos ex directis retrogrados ex retrogradis directos euasſiſſe, hoc etiam citra epiciclum & excen- tricum explicatur in linea recta; ſupponamus enim cometam moueri in antecedentia à P in B, motu accelerato, & retardato, à B in R, ſiſtit tandem; quod omni retardato competit, putà in R, ac denuo motu accelerato redit in B, en tibi ex retrogrado directum, vel contra, moueatur ab R in B motu accelerato, & retardato à B in P, ſiſtatque in P, ac redeat accelerato in B, en tibi ex directo retrogradum; tardiſſimus porro motus eſt, acceleratus quidem initio, retardatus verò in fine, contra verò velociſſimus acceleratus in fine, retardatus initio.

XXXI. Hinc motus eſt ſemper velocior, cometa exiſtente in perigæo B. hinc aſſumpta AL dupla AB, diſtat cometa à perigæo grad. 60. vnde die 6. Ianuarij cum cometa eſſet in 6. grad. ♄. duplam diſtantiam à terra habuit diſtantiæ perigæi, & 20. Februarij cum eſſet in 25. grad. ♃. erat diſtantia circiter tripla paulò plus; ex doctrina ſecantium, hæc aliaque huiusmodi facilè habentur: nouiſſimus vero tenuit perigæum ſuū die 7. Aprilis in grad. 18. ♄. igitur cum videri à me deſiit, die 20. Aprilis, quo erat in grad. 29. ♃. ac proinde diſtabat à perigæo arcu grad. 41. diſtantia illius à terra ad diſtantiam

B b

perigæi erat ferè vt 4. ad 3. paulò minùs. Quod autem Fromondus ait, cometam anni 1618. discessisse à plano maioris circuli, inane est; neque hic homo rem hanc intelligit; miratur autem, quòd huius cometæ caudam ab hora 9. vespertina non viderit sub rotis Plaustri, quæ tamen à media nocte ad ortum solis apparuit die 12. Decembr. sed tunc erat cometa in grad. 17. Δ ad lat. gr. 41. scilicet ad cingulum Bootis; vnde cum esset longè inferior sole, cauda proiecta sub Horizontem ire debuit, vt facilè patebit ea consideranti, quæ *suprà* diximus; alia quæ ad Cometas pertinent, alterius sunt instituti & ea nos in *Traçtatu de corpore cælesti* fusè prosequemur.

APPENDIX.

I. **N**Onnulla hoc loco, appendicis loco subnectere, operæ pretium esse duxi, quæ ad Opticam Astronomicam pertinent; nimirum ad motûs inæqualitatem vel anomaliam, aliasque affectiones planetarum; & vt duæ sunt præcipuæ hypothesès, seu potiùs duo suprema cælestium systematum genera, alterum scilicet Ptolemaïcum, quod terram immobilem in centro vniuersi adstruit; aliud verò Philolaïcum, quorum vtrumque diuersas species continet; cum aliquando animum aduertissem, in Ptolemaïco reiectis, iam solidis orbibus, cuncta iam per spiras explicari, in *Dialogis* ante aliquot menses à me in lucem editis, illam spirarum hypothesim, contra Philolaïcos exposui, & cum nemo ferè illam explicasset, descendens scilicet ad singulas cælestium motuum & planetarum passiones, illam paulò fusiùs ita exponere visum, vt etiam ad singulares passiones illam applicarim, quæ in dicta hypothesi satis facilè ac feliciter explicari videbantur v.g. apogæum, perigæum, vtriusque mutatio, anomalia, directus & retrogradus motus, statio, aliaque huiusmodi; & tandem solui aliquot leuia argumenta, quæ à Philolaïcis opponuntur.

II. Expectaui 10. menses, immò annum integrum, causæ

cautè post tabellam explorans, num aliquis spiralem illam hypothesim paulò validiùs refutaret; nemo tamen illam huc vsque refutauit. Cùm autem probè scirem, refutari posse omnino efficaciter, quamquam gratum accidisset, à quolibet alio id præstari, nec enim faciliè ea, quæ sunt communia, refutanda suscipio; ne minùs periti inde in errorem inducantur, illam hîc breuiter refutabo, vt eadem manu & maximè ante promota fuerit, ac deinde penitus destructa; non tamen propterea à Ptolemaïca hypothesi discedam, sed nouum aliquid, scilicet quo ad modum, breuiter proponam, quod & longè facilius erit, & nullam, quæ faciliè solui non possit, difficultatem patietur; Vtrumque obiter, quantum synopsis ratio patietur, eadem fusiùs atque ex professo, vt aiunt, in *Tractatu de corpore cælesti* traditurus; hæc pauca præmittere volui, eo scilicet animo, vt error arceatur & veritati consulatur.

III. Primum argumentum, illudque efficax, contra spiralem hypothesim ducitur ex anomalia; nempe sole apogæo, vel luna apogæa, minor apparet motus in consequentia, & maior, in perigæo. Sit enim sol in apogæo C, sit centrum mundi A. centrum excentrici B; ex omnibus obseruationibus constat, moueri tardiùs in apogæo C, quò ad apparentiam, quàm in D perigæo; supponamus enim conficere, dato tempore CQ, videtur decurrisse CP, item à perigæo supponamus decurrisse DR, videtur decurrisse HS, æqualem PC; sed DR est minor CQ; igitur DR breuiore tempore decurreret; nam in excentrico motus æquabilis supponitur, & tempora sunt vt arcus decursi; igitur velociùs mouetur in D, quàm in C, sed posita hypothesi spirali, cùm sol in C faciat circulum diurnum, inito scilicet motu versùs I maiorem, in D verò minorem; certè illum in D citiùs, in C tardiùs conficit; igitur si post 24. horas, nondum perfectò circulo integro, peruenit in E, quando profectus est ex C; profectus ex D, per I, post 24. horas, vel circulum integrum absoluit, vel parum deest

Fig. 146.

v.g. minimus arcus DF ; imò eo tempore, quo sol conficit circulum $KLDm$, posita minima etiam excentricitate, deessent 6. aut 7. gradus circulo maximo $CGHI$ conficiendo. Hæc ratio in luna manifestior est; sed quia eodem modo proponitur, sustineo. Idem dico de sensibili dierum inæqualitate, quæ inde sequeretur; nimirum ex circulorum diurnorum inæqualitate; supposito scilicet motu semper æquabili, quem reuerà dicta hypothesis supponit.

Fig. 147. IV. In hypothese spirali, planeta retrogrado, motus quidem longitudinis esset retrogradus, directus verò motus latitudinis; cum tamen uterque retrogradus esse debeat; sit enim centrum mundi A , ecliptica $BHCK$, orbita Saturni $BFCG$, nodi BC ; sit Saturnus in I & ab I retrogradus in O , erit in I latitudo ID , in O verò latitudo OE , igitur motus uterque est retrogradus; nempe in O eadem est latitudo, quæ fuerat ante, cum scilicet planeta ab O veniret in I , motu directo; sed in spirali hypothese, secus accidit; supponamus enim planetam ideo in I esse retrogradum, quia cum circulum minorem, quàm ante, decurrat, stellas post se relinquit, decurso citius circulo diurno; equidem videbitur esse retrogradus; at supponamus spiram ferri v.g. versus Boream, æquè in Boream deflecteret minor circulus diurnus, atque maior; igitur idem esset motus latitudinis, qui ante; sed hoc omnibus phænomenis repugnat; hoc iam indicaueram in *Dialogis*, nec satis dilui.

V. Ex recentibus obseruationibus habeo Venerem die 28. Decembris 1664. sitam fuisse circa grad. 4. \approx distantem ab apogæo grad. 27. illius autem diametrum obseruaui 30. Subduplam scilicet diametri Iouis, prout illam mense Octobr. eiusdem anni, adhibito maiore telescopio, & fidelissimo reticulo obseruaram; die verò 20. Iunij, anni 1665. eodem telescopio & reticulo adhibitis, Venere sita circa grad. 17. Cancrî, ac proinde distante à perigæo gr. 18. illius diametrum obseruaui 72. unde illius distantiam minorem subdupla fuisse, necesse est;

est ; & cùm circuli sint vt diametri , vel , vt radij , & hi , vt distantia , in spirali hypothesi , circulum diurnum decurrit subduplo minorem ; igitur tempore minore subduplo ; igitur cum priorem decurrerit horis 24. & paucis minutis ; posteriorem decurrit horis 12. detractis paucis minutis ; sed à veritate longissimè hoc abest. In Ioue eadem omnino ratio valet ; nisi quòd distantiarum inæqualitas minor est , in Mercurio item , & Saturno ; in Marte præsertim ; hoc ipsum in *Dialogis* indicavi ; addidi tamen , accuratioribus obseruationibus opus esse , contracta scilicet tubi apertura , Venere præsertim apogæa , quo tempore totus illius discus apparet ; tunc enim potissimum radiorum capillitium tondendum est , contracta scilicet apertura.

V I. Aliud argumentum etiam efficax peti posset ex diuerso declinationis cremento , vel decremento , quod fit , in hypothesi spirali ; nempe diuersa est ratio motus accelerati , in spatiis acquisitis , secundum numeros impares , ab ea , quæ fit in ratione sinuum versorum ; præsertim si multi termini statuuntur , nimirum diuisis 23. grad. $\frac{1}{2}$. in minuta 1410. certum porro est , crementa , aut decrementa declinationis secundum rationem sinuum versorum , obseruationibus probè consentire. Aliud argumentum ex eo vertiginis motu ducitur , quo sol circa suum centrum voluitur ; nempe hic motus fit in consequentia , & in eam partem , in quam motus centri tendit , quod certè globorum motui solemne est ; posita autem spirali hypothesi , in qua scilicet solis centrum , proprio motu , in occasum ire statuitur , contrarium prorsus accideret ; hoc saltem Philolaïci Ptolemaïcis opponerent , nisi hoc idem in solis globo , iuxta solitas naturæ , ac motuum leges statueremus , quod in telluris globo ipsi statuerunt , quem ita ipsa moueri volunt , vt orbis motus motui centri consentiat , dum vterque ab occasu in ortum , iuxta signorum ordinem tendit.

Fig. 148. VII. Ne autem Philolaïci existiment, Ptolemaïcam hypothesim inde prorsus euertere; propono hypothesim, more Ptolemaïco, spirali longè faciliorem, ac fortè simpliciorē à sole initium ducō; sit centrum vniuersi A , ex quo ducatur circulus $BdQb$, hæc est Ecliptica; sit sol in B apogæo, raptus ab aura cœlesti, ab ortu ad occasum, versùs b ; dum proprio motu fertur versùs E ; & quia simul descendit versùs mediocrem distantiam D , motu accelerato, ad quam peruenit tantum in H , ac deinde motu retardato, ad perigæum, ad quod peruenit in T , describit hanc lineam spiralem $BmGH\delta nRT$, quæ sic facillè describitur; diuidatur arcus LB , habetur autem L , quia habetur excentricitas AZ , item AK ; igitur AH , æqualis AD ; diuidatur inquam, arcus LB in 3. partes æquales $LFEB$ ductis rectis AF AE ac deinde diuidatur BD , in 3. segmenta, iuxta numeros impares 1.3.5. scilicet $BICD$, ductisque arcubus, Im , CG , DH ex A , simulque diuidatur arcus LPQ in tres æquales LP PQ , ductis AP , $a\gamma$, statutisque segmentibus $XSVT$ æqualibus $DCIB$, & ductis arcubus VR , $S\eta$, XH , denique per puncta $BmGH$. nRT describatur curua, hæc est orbita solis.

VIII. Apogæi motus facillè habetur; quia cum sol conficiat suam orbitam, antequam omninò redeat ad apogæum, inde fit, vt paulò post, dictum apogæum attingat, inter BE , ac proinde apogæum ipsum circa A in consequentia progredi videatur apparenti dumtaxat motu; hinc vides, detracto motu raptus, qui nihil prorsus ad calculationem facit, restare simplicissimum & æquabilissimum motum, per dictam BHT , quæ ad excentricum centro Z , & radio ZB descriptum, proximè accedit; maior tamen vtriusque differentia est circa H & Punctum oppositum; est autem hæc in plano eclipticæ, cum eadem obliquitate ad planum Æquatoris, hinc saluatur motus declinationis, qui in spirali hypothesi necessario ponitur; item illa spirarum æqualitas, quam non magna sine sollicitudine natura seruare dicebatur;

batur; item saluatur diuturnus ille motus rectus acceleratus, qui per tot horas, ac ferè per diem integrum præcessisse credebatur, ad acquirendum illum impetus gradum, quem mira illa motus diurni, circa mundi axem, velocitas requirebat; & satis fuit, solem ex apogæo descendisse ad mediocrem distantiam, breuissimo scilicet tempore, quo tantulum impetum acquisiuit, ad motum proprium in consequentia, ad quem primus ille est, vt 365. ad 1. circiter; saluatur præterea quod in hac noua hypothesi, sol in quocumque gradu creari potuit; nec enim in spirali obliquitas vlla obtineri potuisset; posito quod extra tropicos; si tamen anni ab vrbe condito haberentur, & verus apogæi motus, sciri posset locus eclipticæ, in quo sol primum creatus est; potuit autem sol creari in apogæo, vel perigæo, si primum, ad terram primo illo motu accessit, seu potius ad mediocrem distantiam, versus terram, si verò secundum à terræ centro recessit: hinc posito, quod apogæum initio fuerit in principio Arietis, & ab eo tempore repserit in consequentia vsque ad 6. grad. Cancræ, sol creatus fuit in Cancro quidem sed in apogæo, ex quo motu illo recto, accessit ad terram, vsque ad mediocrem distantiam, vnde moueri cœpit motu circulari, ac proinde perigæum fuit in principio Libræ, igitur apogæum in principio Arietis.

I X. Adde, motum reuolutionis ex primo lapsu, seu descensu sequutum fuisse, ad statuendum scilicet æquilibrium, qui deinde perennis fuit, circa eundem axem sibi semper parallelum; ex hoc porro motu orbis in consequentia, motus centri etiam in consequentia ortus est; ita vt posito prædicto descensu, ac reuolutione in eam partem, & statuto primo loco, in quo sol à Deo conditus est, ad eum scilicet finem, vt præter motum raptus, esset in tempora, & pro diuerso accessu, atque recessu, varias anni faceret tempestates, in eandem partem, nimirum secundum ordinem signorum, progressus est, seruato semper eodem motu æquabili, & axis parallelismo. Ille autem motus raptus, vt iam *suprà* indicaui, est
ab

ab aura ætherea, circa axem mundi, in orbem, proportionaliter, in gyrum acta, proportionaliter, inquam, id est, ita ut sint motus, ut distantia. Vnde sequitur, à sole apogæo eodem tempore diurnum circulum absolui, quo absoluitur in perigæo; quod autem aura illa ætherea planetam deferat, mirum dictu non est, cum huic motui non resistat; sic à secundo flumine corpora innatantia deferuntur. Vnde porro hic motus sit, quo scilicet dictus æther voluitur, scire forsan parum interest, cum ad hunc finem à Deo creatus sit, siue à se moueatur, siue à Deo, vel angelo, retento impetu prius impresso, reuerà perinde est. Hic demum est motus primi mobilis, nec alio sphaeris cœlestibus opus fuit; imò posito, quod cœlum durum & solidum non sit, aliud primum mobile excogitari nequit.

X. Modus reducendi istam hypothesim ad calculos difficilis non est; nam vel orbita B H T pro solito excentrico habebitur, cum ab eo parum differat; vel nouo modo, qui talis est; statutis excentricitate A Z, motu apogæi, certa epocha, anni tropici vera quantitate, supponamus v.g. solem in dictæ apochæ puncto, fuisse in apogæo, in 3. gradu Cancrī, & ab eo tempore apogæi motum fuisse grad. 3. ac proinde solis apogæum modo esse in gr. 6. Cancrī, & ab eo tempore, detractis annis integris, superesse duos menses residuos statuto 6. grad. Cancrī in B accipio quartam partem anni tropici scilicet dies 91. hor. 7. 30. min. cuius quadratum erit proximè 8337. paulò maius, propter modicum illum excessum, quo reditus ad apogæum superat annum tropicum; censeatur B D diuisa in totidem partes; supersint autem à Dicta epocha, detractis integris reuolutionibus, dies 60. hor. 21. cuius quadratum sit B C; est enim B C, ad B D, ut 4. ad 9. cum autem L B, arcus scilicet cognitus, detracto quippe angulo L A d æquali A Z H cognito, habetur residuus L A B; supponitur autem L B diuisus in dies 91. hor. 7. 30. cuius $\frac{2}{7}$. sunt dies 60. hor. 21. sol igitur erit in F, posito quod L F, sit $\frac{1}{7}$. arcus L B; suppo

supponamus autem arcum dL , esse 3. grad. erit LB 87. ex quo si detrahās $\frac{1}{4}$. nimirum LE , erit FB 58. igitur si à grad. 6. Cancrī in consequentia, 58. grad. accipias, erit F 4. grad. my . sed hæc tantum exempli gratia dicta sunt.

XI. Possunt autem fieri tabulæ in hunc modum: sit 1^a. numerorum series, in qua sint quadrati, quorum ultimus sit 8387. secunda radicum, quarum ultima sit dies 91. hor. 7. 30. m. respondens ultimo quadrato. 1^a. verò radix sit 1. scilicet dies cui respondeat. 1. quadrat. 1. 2^a. radix d. 1. 30. m. 3^a. d. 1. h. 1. 4^a. d. 1. h. 1. 30. m. atque ita deinceps, cum quadratis in prima serie, respondentibus, quælibet scilicet, suæ radici. 3^a. series erit graduum & minut. itaque 1^a. series est temporis, & hæc habetur, ut in exemplo adducto, dier. 60. hor. 21. in quo tempore considerantur radices quadratorum, 1^a. est quadratorum; si autem radix est d. 60. hor. 21. quadratus erit 3705. $\frac{1}{4}$. 3^a. denique gr. ut in exemplo adducto, gr. 58. 1^a. autem, & 2^a. series eadem sunt, in quadrantibus orbitæ BH , HT ; 3^a. verò mutatur in quadrante HT , ut patet; constructis autem semel tabulis, additoque motu apogæi, nulla in hoc difficultas mihi esse videtur; nec opus erit alia ephemeride. Hæc igitur est solis hypothesis, eaque facillima & simplicissima, ex vno, eoque simplicissimo constans motu: nec enim motum raptus, qui est ab extrinseco, scilicet à medio, in hac hypothesi consideramus, cui nec prodest, nec obest.

XII. Lunæ systema æquè facile statuitur, quæ motum raptus æquè habet à medio; à se ipsa verò motum in consequentia, ab occasu ad ortum, in propria orbita; & quia longè vicinior est sole; nihil mirum, si maior inæqualitas motus appareat, & spira BHT ad ellipsim propius accedat; gignitur autem, ut orbita solis, ex motu recto accelerato & retardato deorsum ac sursum, sic enim luna illum impetum acquisuit, quo mouetur in consequentia, in propria orbita; sit enim v.g. luna coniuncta in B apogæo, & censeatur moueri in curua BHT ,

Cc

prima quadratura erit ferè in δ , & tunc maxima erit æquatio, anguli scilicet $Z\delta A$, maior haud dubiè, quàm si moueretur in simplici excentrico, ex centro Z descripto, quem $A\delta$ secat in a ; est enim angulus ZaA minor angulos $Z\delta A$, qui est exterior; si verò coniunctio sit in δ , prima quadratura erit ferè in perigæo T ; pro diuerso porro coniunctionis loco, erit diuersus motus, ac proinde diuersa æquatio; apogæum verò B promouetur in consequentia versùs ortum, singulis diebus, circiter 6. minutis; quia scilicet luna suam orbitam decurrit, antequam redeat ad apogæum, quod omnino explicatur, vt *suprà* de sole.

XIII. Cum autem luna creata fuerit in latitudine 5. grad. circiter, vt ad solis motum suum componeret, motu recto ad eclipticam eoque accelerato tendere cœpit, atque inde, propter priorem determinationem, ad oppositam latitudinem, seu limitem; dum interea motu circulari parallelo per se Eclipticæ, moueretur, eoque æquabili; ex utroque autem motu resultat orbita inclinata ad Eclipticam, angulo 5. grad. cum aliqua motus inæqualitate; quia arcus orbitæ respondententes prædictis finibus versis, seu segmentis spatiorum motu accelerato & retardato decursum, non sunt prorsus æquales.

XIV. Quia verò hic secundus motus rectus à maxima latitudine ad eclipticam, idest, à limite ad nodum terminatus, citius absoluitur, quàm motus quadrantis lunaris orbitæ, inde necessariò resultat, vt nodi locus in ecliptica, præcedat terminum quadrantis; ac proinde nodi in antecedentia, seu contra seriem signorum moueri videantur; præcedit autem quadrantis terminum 22. m. 12. s. paulò plus; vides, ni fallor, ex causa necessaria, effectum necessariò sequutum; id est, ex primo situ, in quo luna condita fuit, vterque motus rectus sequutus est, alter versùs terram, alter eclipticam versùs; circularis verò motus in consequentia à solis motu & citius orbita determinatus: & quia motus lunæ circularis citius absoluitur, quàm rectus ad terram, ideo apogæum progredi videtur

videtur in consequentia, tardius verò, quàm rectus ad eclipticam, ideo nodi progredi videntur in antecedentia; ex his autem optimè explicatur 1. cur luna versùs apogæum tardius, versùs perigæum velocius moueatur, vt patet. 2. cur aliquando à nouilunio ad plenilunium citius luna perueniat, quàm à plenilunio ad nouilunium; sit enim nouilunium in G; erit plenilunium in Q; sed citius à G in Q, quàm à Q ad G peruenitur; citissimè verò à S in P. 3. cur ab vna coniunctione ad aliam citius aliquando, aliàs tardius luna perueniat; nempe citius peruenit, quando sol est apogæus; quia cum hîc tardius moueatur, citius illum assequitur, in quo nulla est difficultas.

X V. Ad eandem stellam æquè citò lunam redire, vna vice, atque alia, negarunt multi; quod fortè tribui posset paralaxi, cum obseruatu difficile sit. Multi etiam volunt, longè maiorem esse æquationem maximam in quadraturis, quàm in syzygiis; in his enim est grad. 5. in illis verò grad. 7. paulò plus; inde volunt syzygias semper fieri, quando luna est in apogæo excentrici, quadraturas in perigæo eiusdem; & centrum excentrici in circello, vel circa centrum terræ ferri in antecedentia, ita vt integræ lunationis tempore absoluat, vt docent ij, qui eandem retinent excentricitatem; vel circa aliud centrum; aut certè ire, ac redire, seu librari fursùm, ac deorsùm in linea absidum, vt volunt ij, qui eandem excentricitatem non retinent: sed profectò negari non potest, quin hæc, aliqua saltem ex parte dubia sint, & crepera, & nemo negat, quin multa & noua diligentia opus sit, ad systema certum statuendum; crederem, statuta semel apogæi & perigæi distantia, aut saltem vtriusque differentia, vnde habetur vera excentricitas, & gemina illa determinatione ad motum rectum, iuxta leges supra præscriptas, & motu æquabili in consequentia eclipticæ parallelo, componi ex his tribus lunarem motum, in lunari orbita, quam vnâ ex spirabilibus esse dixi; & cum alter motuum rectorum ante, alius verò post absoluat, hinc apogæi

motus in consequentia, & nodorum in antecedentia consequitur; itemque eiusdem motus inæqualitas, quæ non modò ex his, sed etiam ex aliis capitibus ortum ducit, nimirum ex diuerso loco & motu solis, ex diuersa latitudine; motus enim circa eclipticam est tardior, tum quia circulus maior est, tum quia orbitæ lunaris arcus circa nodos longiùs recedit à parallelismo cum ecliptica, in qua metimur longitudinem; sed hæc sunt facilia; nam perfectam analogiam habes in ipsa ecliptica, respectu Æquatoris.

XVI. Si hæc non sufficiant ad explicanda, omnia phænomena; addi possent alia quædam, quæ à Physicis legibus, adeò aliena non sunt, v.g. addi posset alius motus rectus, respectu solis, in linea syzygiarum, quo scilicet in copula, luna recedat à sole versùs terram, vsque ad quadraturam, & hinc ad eundem locum redeat, quando ad oppositionem peruenit. 2. dici posset, circa plenilunium & nouilunium, maiorem vim humoris lunaris medio inesse, vnde motus tantulum retardetur, contra verò in quadraturis. 3. dici posset, primum motum rectum, seu potius determinationem sequi, ex primo illo, quo necessarium impetum acquisiuit, at verò esse alium, quo luna nititur in syzygiis, à terra æquè distare; alia inueniri possent, & facile inuenientur, vbi de re certa constabit; sed cum res adeò incerta sit, & vix duo, etiam ex illustrioribus Astronomis, in hoc conueniant, supersedendum ratus, certam incerti effectus causam inquirendam esse non duxi; quod verò pertinet ad librationem, vel oscillationem lunæ, ex virtute illius magnetica procedentem, nihil addendum iis, esse puto, quæ in *Dialogis* de hoc argumento iam scripsi.

XVII. Dici posset, lunam affixam annulo diaphano, eclipticæ parallelo, primo motu recto descendisse versùs terræ centrum, quo motu acquisiuit illum impetum, quo deinde in eodem annulo in orbem iuit; remanente deinceps perpetua libratione, fursùm ac deorsum, ex primo illo motu deriuata; annulus verò duobus motibus rectis
mouetur,

mouetur, altero scilicet, quo retento semper dicto parallelismo, ad eclipticam accedit; luna enim in maxima latitudine creata est; altero, quo suum centrum axi eclipticæ coniungere nititur; nempe primo illo descensu, centrum annuli ad dictum axem nondum peruenerat; duratque hæc libratio per integram lunationem; sed ut hoc melius intelligatur in schemate, sit centrum vniuersi *Fig. 153.* *A*, Ecliptica *B C D E*, axis eclipticæ *C E*; sit angulus *I A B* 5. gr. ducantur *I F*, *S^m* parallelæ *D B*, sit *K I* radius annuli, & centrum illius, post primum illum descensum, sit in *K* extra axem *E C*, circa *D B* voluatur circulus, *B C D E*, per quadrantem remanente axe *E C* immobili, item circulus descriptus radio *K I*, circa *I F*, accedatque hic annulus ita erectus ad eclipticam erectam, retento semper parallelismo; sitque perpetua libratio per *H n*, *n H*, quæ absoluatür vno mense periodico, item centrum annuli *K* accedat ad axem *H*, ac perpetuò libretur in *K G*, *G K*, absoluatürque hæc libratio vno mense synodico; hoc posito, dictum centrum erit in axe in quadraturis, & cum distantis *H K*, *H G*, in syzygiis, ibitque centrum *K* motu quodam mixto ex illis duobus, quasi per *K O*; & cum nouilunium fuerit in *Z*, plenilunium erit ferè in *m*, eritque in syzygiis distantia *A I* æqualis *A m*, & in quadraturis distantia *A R* æqualis *A Q*.

XVIII. Si autem consideres totidem annulos, seu semicirculos parallelas, quot sunt puncta in *H n*, quorum centra eant per *K O*, habebis semicylindrum scalenum, in quo si fiat sectio *m A I*, resultabit perfecta ellipsis, cuius maior diameter erit *I m*, linea syzygiarum, & minor *R Q*, hæc est orbita lunæ in hac hypothese, deducta ex principiis necessariis; nodi autem respondent *C B*, facta scilicet revolutione, ut supra; & si *D C B* erectus moueatur in consequentia, prædicti nodi in præcedentia moneri videbuntur; sit demum *H L* æqualis *K I*, sitque luna in quadraturis, cum maxima latitudine, erit in *L*; hinc latitudo maxima maior

est in quadraturis, quàm in syzygiis; est enim angulus $L A B$ maior angulo $I A B$; si porro addas motum primæ librationis his duobus, cum circulari ab occasu in ortum, crederem omnia phænomena explicari posse; hæc porro ellipsis sensim sine sensu tantulum contrahitur inter duas maximas diametros, $H I$, $A I$, hæc quippe est, syzygiis in maxima latitudine positis, cum minima $H L$; illa verò quadraturis in limite, seu maxima latitudine sitis, cum minima $A L$; unde ellipsis obtusior; hinc quò ad nodos propiùs syzygiæ accedunt, ellipsis obtusior est, acutior verò, quò propiùs ad limites: ex eo porro, motus lunæ in longitudinem accelerari, aut retardari dicendus est, quod aliquando motus axis motui orbis addendus sit, aliquando detrahendus; v.g. sit motus orbis ab I versùs A , & motus axis à K versùs H , in eandem partem tendit vterque; hinc velocior motus; sit autem motus axis $H K$, & motus orbis $L A$, primus opponitur secundo; ac proinde huic detrahendus: cum autem motus latitudinis & motus axis, ut vocavi *suprà*, habeant inæquales periodos, his tamen suppositis æqualibus, statuto centro annuli in K , & luna in I coniuncta, punctum K tendit in H motu accelerato; item in y ; igitur eo tempore, quo ex K peruenit in V , vno motu, peruenit in Z altero; igitur motu mixto peruenit in X ; ducò igitur per Z vel $x \delta \gamma$ parallelam $K L$, cui $X \gamma$ statuitur æqualis; tum voluatur $\delta \gamma$ circa $H A$, punctum γ perueniet ad locum lunæ; idem fiat pro aliis punctis; si autem motus mixtus sit ex accelerato $H A$ & retardato $H G$, non ibit per rectam $H T$, sed per curuam; quænam porro curua hæc sit, nescio, an alij demonstrarint; breuiter indico; sit acceleratus $D C B A$, retardatus $D E F G$, ducantur rectæ parallelæ $D A$, $D G$; habentur puncta $I O H$, per quæ ducenda est linea $D I O H$.

XIX. Compone igitur hos motus, i. motum rectum, quo luna ad terram accedit rectà, & ab ea recedit; hæc libratio intra mensem periodicum non omnino absoluitur;

Fig. 154.

tur; unde apogæum in consequentia progredi videtur. 2. motum rectum, quo centrum annuli ad axem eclipticæ accedit, & ab eo recedit, per lineam perpendicularem, cadentem in ipsum axem; hæc autem libra io intra mensem synodicum absoluitur. 3. motum rectum latitudinis, quo annulus ad planum Eclipticæ accedit, per lineam cadentem perpendiculariter in planum ipsius Eclipticæ, & hæc libratio intra mensem periodicum absoluitur, paulò citius; unde motus nodorum in antecedentia. 4. motum circularem in consequentia, in ellipsi, & circulo, & hic absoluitur intra mensem periodicum; primus est ab ipso planeta, itemque secundus, tertius, & quartus ab ipso annulo; adde motum librationis, vel oscillationis lunæ, ad retinendum axis parallelismum, qui est à luna; & nifum illum perpetuum, ad retinendum parallelismum annuli, cum plano eclipticæ, qui est ab annulo; ex his, ni fallor, omnia phænomena explicabis; nec tibi mirum accadat, tot motus lunæ attribui, cum alij longè plures recenseant, & 15. saltem numerent; vides autem, esse motus simplices, rectos scilicet, vno dempto.

XX. Hypothesis Veneris paulò difficilior cuipiam videbitur; licet enim motum raptus accipiat à cœlesti astra, & circa solem ire possit, modò hic statuatur ad instar stellæ, quæ semper eidem cœli puncto affixa videatur, cum tamen sol annum circum decurrat, in ecliptica, non videtur, unde Venus hunc motum habere possit, nec quomodò à sole trahatur, aut saltem hic illam ad se propius non adducat; facile addi posset motus rectus, quo Venus ab aphelio ad perihelium (aphelium voco maiorem à sole planetæ distantiam, perihelium verò minorem) & vicissim iret, imo & fortè alter; respectu centri mundi; sed hi non sufficiunt, ut centrum epicycli Veneris, seu sol ipse, totam eclipticam decurrat: nec est quod aliquis dicat, Venerem moveri per lineam æquipollentem lineæ mixtæ ex motu orbis & motu centri, quia inde maxima inæqualitas motuum, eaque realis inducitur.

XXI. Ut

Fig. 149. XXI. Vt autem hoc clariùs appareat in aliquo schemate, sit centrum mundi A, orbita solis C D E F; Epicyclus Veneris B G H; quia verò fieri potest, vt motus orbis velociùs, aut tardiùs fiat, quàm motus centri, citiùs quidem, in Mercurio, tardiùs in Venere, supponamus æquè citò, cum in ordine ad propositum finem, perinde sit. Diuidatur C D in 8. arcus æquales, vel plures ad libitum, ductis rectis à centro A, ad signata puncta; item quadrans D E; describatur Circellus, radio A B; item diuidatur quadrans B G in 8. partes æquales; item G H; tum descriptis ex punctis signatis in semicirculo C D E, totidem circulis radio C B, quorum singuli prædictum circellum tangunt; ab hoc puncto contactus, accipiantur tot partes proportionales, traductæ ex B G H; quot partibus signatis in semicirculo C D E, distat centrum cuiuslibet circuli à puncto C; per puncta signata describetur linea quæsitæ, v. g. centro V describatur circulus tangens circellum in O; distat V à C 4. partibus, assumantur 4. partes in semicirculo B G H, & traducantur in arcum O L; pari modo describatur centro D; tangit circellum in Z, & cum D distet à C, 8. partibus, assumantur 8. partes B G, & traducantur in Z m; atque ita deinceps; & per puncta signata B K L R m n X P Q describatur curua, hæc est linea quæsitæ, in qua manifestam vides inæqualitatem motus; quanto enim B K L minor est X P Q, licet æqualibus temporibus, hæc duo segmenta decurrantur? cum autem hæc potissimùm ratio contra hypothesim Copernici militet, in motu lunæ, vel hoc nomine nostra hypothesis rejicienda esset, si hoc absurdum admitteret; quare dici non potest Venerem proprio motu per hanc lineam ire.

XXII. Quid si accerferem annulum diaphanum solidum, vt supra, cui Venus tanquam pulcherrima gemma insita esset, qui & motu raptus ab aura cœlesti agatur, & proprio motu turbinationis, in ortum eat, atque ita Venerem sibi affixam, tum circa solem motu orbis, supernè

supernè in consequentia, infernè in antecedentia, tum circa terram agat, simplicissimo quidem motu, qui tamen æquipolleat mixto, seu composito ex motu orbis & motu centri; licèt enim partes orbis, periphæriæ scilicet, turbinatim circumactæ, inæqualiter moueantur, hoc tamen simplicitati motus non obest; sic globus in plano inclinato descendit; sic rota currit &c. vnde constat, lineam curuam, de qua *suprà*, speciem quandam cycloïdis esse: Iam igitur Venus circa terram & solem hoc modo fertur: adderet aliquis motum rectum, quo accedit ab aphelio ad perihelium, & ab hoc deinde ad illud; quo fit, vt centrum sui annuli, modò à centro solis remoueat, modo propius admoueat; hic autem nifus inde fortè profectus est, seu potius hac occasione, quòd annulus cum volui cœpit soli concentricus non esset; vnde nifu quodam, per motum rectum exerto, annuli centrum versùs centrum solis agitur, motu accelerato, quo factum est, vt in oppositam partem, æquali segmento, centrum annuli; solis centrum transcenderit, motu retardato; hinc nata est perpetua libratio; sed de hoc *infra*.

XXIII. Et quia fortè periodus, quâ prædicta libratio perficitur, reditque centrum annuli ad priorem à centro solis distantiam, est breuior, vel diuturnior periodo motus orbis, inde fit, vt aphelij locus mutetur, nimirum in antecedentia, si periodus annuli diuturnior est periodo librationis centri, in consequentia verò, si breuior; sit enim orbita centri $BmnP$, centrum vniuersi A , ex Fig. 150. B describatur epicyclus, vel annulus, radio BE ; item ex C radio CD , æquali; item ex F , radio FI , statuamus Venerem in D , centrum annuli C tendit in centrum solis B , motu accelerato, ex B in F , motu retardato; ac deinde iisdem motibus, redit ex F in C , per B ; dum in annulo Venus mouetur à D per L , G , K ; si autem eo tempore, quo Venus ex D per L G K redit in D , centrum annuli profectum à C in R , rediret in C , aphelium Veneris semper esset in linea à centro terræ ducta per centrum solis ad Venerem Dd

apogæam, at si Venus redeat citius in D, quàm centrum annuli in C, locus aphelij moueri videbitur versùs K; si verò tardiùs, moueri videbitur versùs L. hinc ratio, cur digressiones maximæ Veneris inæquales sint; minima erit si tunc Venus sit in perihelio; maxima verò si in aphelio; sed de hoc etiam *infra*.

XXIV. Si hæc non sufficiant, ad explicandas omnes obseruationes, addi posset inæqualitas proueniens ex orbita solis excentrica, si enim v.g. sol sit in Apogæo, & apogæum sit in B, etiamsi Venus sit tunc aphelia in maxima digressionem, erit tamen minor digressio, quàm si perigæum esset in B; tunc enim esset maximarum maxima; nisi porro hæc sufficiant, describe centro annuli singularem orbitam excentricam, ita vt absidum linea circa centrum A moueatur in consequentia; vbi autem sol erit perigæus, item Venus aphelia, in maxima digressionem, & in perigæo excentrici, tunc erit digressio maximarum maxima. Hinc demum accidit, quod ego pluries obseruaui, vespertinam digressionem nunquam ferè æqualem esse immediatæ matutinæ; est autem æqualis proximè, quando aphelium est in D. motus demum apogæi Veneris, res incerta est; nisi fortè omnia saluari possint, per motum centri annuli, in orbita solis, præsertim cum orbita excentrica resultet ex circulari motu centri annuli, & prædicto motu recto, scilicet $CmQP$, cuius linea absidum est QC, apogæum C, perigæum Q; tunc enim sufficeret motus apogæi solis; reliqua obscura manent; nisi habeantur duæ digressiones maximæ, quarum altera sit maximarum maxima, altera minima, quarum vna erit ad aliam, vt DB ad RB. non dubitarem autem prædicto annulo, seu Veneri dare motum rectum librationis versùs centrum terræ, ex primo illo relictum, quo vnà cum sole versùs mundi centrum descendit, statim initio, cumque impetum acquisiuit, quo deinde mota est; ex vtroque enim motu multa inæqualitas necessariò sequitur.

XXV. Latitudo Veneris in hac hypothefi facilè
omnino

omnino explicatur, addito motu recto versùs ellipticam, ut in luna, ac seruato annuli parallelismo; hinc enim fit, ut Veneris perigæa latitudo, omnium maxima esse possit, quando hæc tria concurrunt, Venus in perigæo, aphelio, & in limite motus latitudinis, siue Australis, siue Borealis; hunc porro motum centro annuli potius, quam Veneri tribuendum esse, crediderim; cum iam Venus suo motu recto gaudeat, de quo *suprà*; potest autem accidere, ut Venus perigæa nullam, aut minimam habeat latitudinem, quando scilicet est in nodo; si verò sit in limite, & aphelio, est maxima maximarum, quod ex maiori ad terram accessu prouenit: si demum in perihelio, erit maximarum minima; cum autem sint ferè innumera coniugationes, ex his terminis, terno scilicet motu recto, & gemino circulari orbis & centri, quid mirum, si latitudo Veneris adeò varia sit, pro qua antiqui tot deuiationes, inclinationes, reflexiones, aliaque huiusmodi excogitarunt, non tamen ea propter germanam latitudinum variationem assequeuti: si quis autem vellet Venerem nunquam soli coniungi, id facillè obtineat; si motus orbis & motus rectus latitudinis æquales habeant periodos, & Venus extra medias longitudes creata sit, in maxima scilicet digressionem, eaque maximarum maxima; ut autem cuncta breui complectar, annulus creatus in maxima latitudine, parallelus eclipticæ, motus est initio, motu recto, versùs terram, duratque libratio huius motus, quo fit, ut motus centri eadem cum sole periodo absoluat; succedit alius motus rectus, quo planum annuli accessit ad planum eclipticæ, retento semper eodem parallelismo; hic autem motus centrum annuli deferat ad centrum solis; si demum hi duo non sufficiant; ponamus tertium rectum, quo Venus centrum annuli versùs centrum solis adducit; sed profectò ipse annulus secundo motu recto hunc tertium supplere potest; quare tertius iste motus rectus ita fit, ut centrum annuli ad axem, seu lineam à centro solis profectam, axi eclipticæ parallelam feratur, eo modo, quo *suprà* dixi de luna

itaque primus motus rectus versùs centrum terræ, & motus orbis à planeta; motus centri, motus latitudinis & vltimus rectus, sunt ab annulo.

XXVI. Nihil est, quod dicam de motu accelerato, retardato, retrogrado, statione, scilicet in longitudinem; quia hæc facillimè in hac hypothesi explicantur; cum enim additur motus orbis motui centri, fit acceleratus; & quò plus additur, acceleratior; & hoc circa apogæum; quando motus orbis ita est oppositus motui centri, vt maiorem arcum orbis, quam centrum nobis decurrere videatur, fit retrogradus; hoc autem accidit in Venere; quia licèt motu diurno decurrat tantùm 37. min. circiter, centrum verò annuli 59. min. circiter, ac proinde centri motus maior sit motu orbis, attamen propter maximum Veneris ad terram accessum, illa 37. min. annuli, apparent sub maiore angulo, quam 59. min. orbitæ solis; hinc versùs perigæum Venus est maximè retrograda: Mercurius verò, cuius ad terram accessus minor est, motum orbis habet longè velociorem; ex his etiam facillè intelligitur, varia Veneris emersio, & immersio, matutina & vespertina: & hæc eadem de Mercurio dicta sunt; nisi quòd illius annulus minor est, maior tamen vterque motus rectus in Mercurio, quam in Venere, item de stellis, seu lunis Mediceis, quæ mouentur in annulis circa Iouem, cum iisdem motibus centri & orbis, & gemino, aut terno motu recto, tum apojouij tum latitudinis; vnde variæ digressiones maximæ, & diuersa quoque latitudo; & rectè concludit nonnemo, moueri in excentricis, eo prorsus modo, quo Venus, & Mercurius; cur verò Mercurius in eo annuli situ deflectat ad Austrum, in quo Venus deflectit ad Boream, & vicissim, inde prouenit, quòd motus latitudinis vnius cœperit à limite Boreali, alterius verò ab Australi.

XXVII. In Marte res æquè facillè explicatur; sit Fig. 151. enim centrum vniuersi A, orbita solis C F G H, sit distantia, mediocris Martis C D, vel radius epicycli, seu

seu annuli solidi, diaphani, cui planeta affixus sit, v. g. in D, est D apogæum epicycli; mouetur annulus motu orbis & centri, vt Venus, ita vt motus centri sit æqualis annuo motui solis; motus verò orbis ferè subduplus; statuamus subduplum, exempli gratia, & moueatur C in orbita C F G; vbi peruenit in G, traxit semidiametrum C D in G B; interea circa centrum mobile, punctum annuli, quod erat in D, decurrit quadrantem D E, vel B L; igitur Mars videtur in L, ex A, & videtur confecisse arcum in sua orbita sustentantem angulum B A O; vbi verò centrum peruenit in H ducta per G, H K, videbitur decurrisse arcum sub angulo *m* H K: vbi demum centrum redierit in C, Mars erit in I, ac deinde per similem viam, seu lineam curuam, redibit in D; est autem prædicta linea composita ex gemino illo motu centri & orbis, estque, vt *suprà* dixi, quædam species cycloïdos, describens, ante & post perigæum, figuram quasi ellipticam I V; inde quoque facile explicatur motus acceleratior circa apogæum, retrogradus circa perigæum, statio paulò ante & paulò post; motus item irregularis & maximè inæqualis, quo ad apparentiam; cur item Mars perigæus sit soli oppositus, quod necessariò sequitur ex motu centri B.

XXVIIII. Addo his geminum motum rectum, de quo *suprà*, alterum scilicet, quo planeta ad centrum terræ, & vicissim; alterum verò quo centrum annuli ad eclipticam tendit, & eum, quem *suprà* iudicaui, seruatò parallelismo: adde tertium rectum quo centrum annuli huc illuc libratur, versùs lineam, per solis centrum ductam, axi eclipticæ parallelam, vt *suprà* dictum est de Venere. Ex his porro omnes obseruationes facillè saluantur, & tot inæqualitatum, necnon multiplicis anomalix habentur causæ; adde solis orbitam excentricam, vnde motus centri anomalus redditur, itemque à maiore, vel minore distantia à sole motus orbis est etiam anomalus, tum ex diuersa distantia ab oculo, quem in terra, hoc est, in mundi

centro statuimus, tum ex motu centri, quo periphæria huc illuc agitur: & verò radium CD motus centri non modo adducit in BG, sed per quadrantem CF sinistrorsum defert; item per quadrantem HC, dextrorsum verò, per semicirculum FGH; hinc pro diuerso planetæ loco, motus centri, vel cum orbis motu consentit, vnde acceleratur motus; vel ipsi opponitur, ac proinde vel æqualis vterque, vnde statio; vel præualet alter, vnde retrogradus motus; Martem porro annulo suo solido inferere non dubitavi, cum respectu solis, sit quasi planeta secundarius, & ad Venerem proximè accedat. Habes etiam in Venere, Mercurio, & Marte ellipsim, vt in luna; præscindendo scilicet à motu centri circulari, eamque eodem modo variabilem; nempe ex annulorum parallelismo gignitur cylindrus scalenus, vtroque motu recto, scilicet latitudinis, & alio, quem motum axis appello; dictum autem cylindrum motus orbis ita secat, vt sectio sit modò ellipsis, modò circulus, vt *suprà* dixi.

XXIX. Iupiter non indiget annulo solido, sed altero motu recto versùs terram, altero versùs eclipticam accelerato, scilicet & retardato, eo modo, quo *suprà* dixi, item circulari in consequentia, circa solem mobilem; denique motu raptus, qui est ab aura cœlesti; cuncta ni fallor sufficienter explicari possunt: sit enim terra immobilis in centro mundi A, sit orbita solis DBEC, in qua sol mouetur motu annuo à D, per B, sit maxima distantia Iouis à terra AF, minima AK; diuidatur FK bifariam in δ , & supponatur Iupiter ferri ab F in δ , motu accelerato, à δ in K, motu retardato, à K in δ , accelerato, à δ in F, retardato, atque ita deinceps; describatur ex D circulus $F\mu\theta$, & vna cum sole deferatur in B, ex D centrum dicti circuli, sitque DG æqualis A δ , vel DF, & ex B describatur circulus radio BG, vel sit idem, qui *suprà*, statuto eius centro in B; deinde dictum centrum ex B transeat in E, tum in C, & tandem redeat in D, describanturque ex E, & C sub radiis EK, Cm, æqualibus DF, circuli, vel suppo

Fig. 152.

centro mundi A, sit orbita solis DBEC, in qua sol mouetur motu annuo à D, per B, sit maxima distantia Iouis à terra AF, minima AK; diuidatur FK bifariam in δ , & supponatur Iupiter ferri ab F in δ , motu accelerato, à δ in K, motu retardato, à K in δ , accelerato, à δ in F, retardato, atque ita deinceps; describatur ex D circulus $F\mu\theta$, & vna cum sole deferatur in B, ex D centrum dicti circuli, sitque DG æqualis A δ , vel DF, & ex B describatur circulus radio BG, vel sit idem, qui *suprà*, statuto eius centro in B; deinde dictum centrum ex B transeat in E, tum in C, & tandem redeat in D, describanturque ex E, & C sub radiis EK, Cm, æqualibus DF, circuli, vel suppo

supponatur idem, qui suprà; cum autem Iupiter annuo motu decurrat 30. grad. circiter, paulo minùs, certè 3. mensibus acquirit. grad. 7. 30. min. sex mensibus grad. 15. 9. mensibus gr. 22. 30. min. itaque statuatur primùm Iupiter in E dum sol est in D, est coniunctus & in apogæo; tribus primis mensibus, translato centro ex D in B, & radio DF in BG, acquirit motu centri 11. gr. 30. min. circiter; sit enim sinus totus A δ , & sinus re-ctus AB, sub quintupla A δ , angulus, quem sustinet AB, est, vt dixi, 11. gr. 30. min. circiter: igitur motu centri acquirit δ G, motu verò orbis arcum GH, gr. 7. 30. min. circiter; post alios 3. menses centro traducto in E & BG relata in EK, perdit motu centri totum id, quod priùs eodem motu acquisierat; motu verò orbis, dato semestri acquisiuit arcum KL, gr. 15. pari modo traducto centro in C, elapsis 9. mensibus, motu orbis acquirit arcum m O, grad. 22. 30. min. ac demum traducto in D, elapso tandem anno, arcum FP 30. gr. nondum tamen rediit ad apogæum & coniunctionem, cùm sol sit in D, & Iupiter in P.

XXX. Iupiter in L non est oppositus, nec in perigæo; quia AL est maior AK, vt patet: sed tantulum deflectit dextrorsum perigæum; pari nodo non est apogæus, nec coniunctus in P, sed deflectit sinistrorsum in Q, itavt Q sit æqualis DF; si autem diuidatur bifariam angulus FAQ, recta diuidens punctum perigæi secabit; distat enim perigæum æqualiter ab FQ; ex his autem habetur motus directus retrogradus, statio; item acceleratus circa apogæum, & paulò ante stationem retardatus, quæ omnia proueniunt ex dicta compositione motuum centri orbis, & vtriusque recti, ex qua sequitur multiplex inæqualitas & anomalia; quam etiam inducit motus centri in excentrico, vel orbita excentrica solis; imò cùm sol moueatur in excentrico, centrum orbis Iouis, qui scilicet semper æqualem à dicto centro distantiam supponit, cùm motus orbis in se consideratus, seorsum ab aliis circularis & æquabilis sit, centrum, inquam,

inquam, Iouis extra solem esse necesse est; si centrum orbis Iouialis circa terram perfectum circulum describere statuatur; tunc enim erit infra solem apogæum & supra perigæum, & cum sole tantum conueniet, quando hic erit in mediocri distantia; hinc multi motum medium solis, non verum addunt, vel detrahunt; alij tamen addunt & detrahunt motum verum solis; vnde centrum orbis Iouis est semper in sole, ac proinde describit excentricum, seu potius lineam illam, quasi spiralem, quam supra descripsi, cum de motu solis; vnde ex hoc noua radix inæqualitatis: diceret aliquis, ire per excentricum; cum enim primus motus rectus habeat realem terminum, nisi sol ipse realis, illius terminus sit, nullus alius realis excogitari potest; sed quidni etiam terra? porro nisi hæc sufficiant ad exhaustiendam totam inæqualitatem, tertius motus rectus addi posset; itavt vnus ad corpus solis tanquam ad terminum tendat, alter recta versùs centrum terræ, tertius erit motus axis; & verò cum sint duo termini huius planetæ, vtrumque respicit, terram scilicet, propter quam est, & cui seruit, & solem, à quo lumen suum accipit, & quo veluti duce suos gyros agit.

XXXI. Ex his porro motibus resultat hæc linea FHLOPQ, & si arcus FQ, nimirum ab vna coniunctione ad aliam, esset analogus circulo concentrico, haud dubiè locus Iouis nullo negotio, quolibet tempore assignaretur; sed quia fortè dictus arcus est alogos circulo, certè accuratissimæ tabulæ sperari non possunt, cum hæc analogos motus & arcus supponant: quod autem ex dictis motibus sequatur motus mixtus per dictam curuam FHLOPQ, manifestum est, quæ tantulum mutatur, si tertius motus rectus accedat. Obseruo tamen, primum illum motum, quem supra vocavi rectum, in perfectum circularem ire; vt enim sol illius terminus est, & hic à D transit in B per quadrantem, ita Iupiter ab F, per similem quadrantem, transit in G, cogita Iouem cum sole filo ferreo, eisdem semper longitudinis

D F

DF cum sole coniunctum, ac proinde à sole per circum DBEC mobili circumagi alteram extremitatem D in circulo DBEC, alteram verò in simili circulo FGK *m*; & si C absoluto annuo motu, id est, circulo DBEC, transeat in *a*, defert, hoc scilicet motu centri, Iouem in I, est autem IQ arcus à Ioue decursus motu orbis, eo tempore, quo sol supra orbem annuum confecit arcum D^a: porro eodem tempore, quo F fertur in Q^a, fertur in *b*, per lineam analogam; fertur autem F per lineam FHLOPQ; idem dico de aliis punctis dicti circuli, atque adeò de toto circulo; itaque primus ille motus verè circularis est, vt dixi, qui scilicet in eo nisu consistit, quo Iupiter eandem semper à sole distantiam retinere conatur; non in FK, alioquin dum sol transit in B, Iupiter descenderet infra *a*, cum B^a, sit maior BG, debet autem seruari æqualitas apogæi, & perigæi, ad mediocrem distantiam; igitur in parallela FK, ducta à centro orbis.

XXXII. His positis non dubitarem Ioui adstruere verum motum rectum, eam scilicet determinationem, quam retinuit; nimirum ortam ex primo illo motu accelerato, quo versùs terram statim à primo creationis momento accessit, & acquisiuit illum gradum velocitatis, quo in orbe suo circa solem mouetur; cum autem hic motus orbis sit æquabilis & motus æquabiles sint vt spatia, motus Iouis annuus, vt æqualis esset motui solis, deberet esse 72. gr. nempe quinta pars orbitæ Iouis æqualis est orbitæ solis; sed conficit tantum 30. gr. cum verò in motu accelerato, spatia sint vt quadrata, & tempora vt quadratorum radices, spatium motu recto à sole decursum, quo scilicet eum gradum velocitatis, quem habet, acquisiuit, est ad spatium à Ioue decursum, vt 12. quadr. ad 5. quadr. circiter, & tempus illius ad tempus huius, vt 12. ad 5. cum igitur sol periodum ab apogæo ad apogæum diebus 365. hor. 6. circiter, absoluat, Iupiter suam absoluit diebus 186.

E e

circiter hic motus facilè supplet motum illum, quem nonnulli tribuunt. 2°. ac minori epicyclo; hinc modò contrahitur, modò producitur orbis radius; hinc vera ratio, cur celeberrimi Astronomi duos epicyclos ponant, alij verò vnum, sed qui sensim se se explicet & contrahat; hinc tertio illo motu recto, De quo *suprà* n. 30. fortè opus non est: & verò licèt minores planetæ terræ feruiant; suos tamen motus solis ductu & nutu, vt dixi, componunt; quamquam nihil verat, quin dicto motui accelerato & retardato, de quo *suprà* centrum mundi pro termino assignetur; cum sit verisimile, reliquos in hoc motu solem quasi ducem sequutos fuisse, præsertim superiores, qui versùs solem tendere non potuerunt, nisi versùs terram, vna cum sole tenderent.

XXXIII. Iouialium motus eodem modo explicatur, quo motus Veneris; iis enim tribuimus annulos solidos, cum gemino motu circulari, centri & orbis, & duplici recto, scilicet centri annuli ad eclipticam, vel potius ad orbitam Iouis, cum perpetuo parallelismo plani annuli, & ad lineam per Iouem ductam, parallelam axi orbitæ Iouis: sed quia libratio modica est, parum hi planetæ deflectunt à linea recta cum Ioue, & modicam habent latitudinem ad Iouis orbitam. Non est porro præmittendum, prædictos annulos simul creatos esse cum Ioue, & eodem primo motu recto descendisse, nec non acquisisse eum velocitatis gradum, quo simul cum Ioue, & æquè velociter motu centri mouentur; in descensu autem præponderans planeta eum motum turbinationis indidit, deinde annulus versatus est; motus autem turbinationis inæqualis est, & minores annuli motu orbis velociùs mouentur, vt patet; quia scilicet in dicto descensu maiorem impetum acquisuerunt, cum minor orbis faciliùs motu turbinationis versetur, quam maior; in Venere & Mercurio singularem analogiam habemus; nempe vterque annulus vna cum sole creatus, cum eo simul descendit, & æqualem impetum acquisiuit, pro motu centri; secus tamen, pro motu orbis; Mercurius enim

enim velocius motu orbis mouetur ; nec est quod inde Copernicani ex eo sibi quidpiam arrogant ; quod in illorum hypothese periodi Veneris & Mercurij sint ferè vt circuli , nam reuerà in Marte fallit hæc regula ; item in Ioue & Iouialibus : in Marte verò singularis ratio militat ; primò enim dubium est , vtrum annulum solidum habeat , posset enim illius motus explicari eo prorsus modo , quo Iouis motum explicui ; secundò nihil obstat , quin ad motum orbis maiorem vim in primo descensu acquisierit , pro diuerso enim planetæ situ , in annuli descensu turbinationis motus velocior , aut tardior est ; dixi dubium est , nam fortè Martis globus vt & Iouis circa proprium centrum voluitur , vt ex maculis in eius disco recens obseruatis , colligitur ; quare secluso annulo illo solido , eius motus eo modo explicentur , quo Iouis motus explicui ?

XXXIV. De Saturno nihil ferè est , quod addam ; 1. mouetur motu raptus ab aura cœlesti , 2. motu recto , quo statim initio , paulo post solem moueri cœpit , acquisiuit illum impetum , quo motu circulari circa solem deinde motus est ; ille autem motus rectus tendit ad terram , duratque illa libratio itus ac reditus . 3. mouetur motu circulari circa solem , decurritque singulis annis 12. grad. circiter ; hinc longè tardiùs sole mouetur ; cum enim illius orbis radius sit decuplus solaris orbitæ , eius 10. pars nimirum 36. grad. adæquant solarem orbem ; igitur motus Saturni est subtripulus motus solis , igitur tempus primi descensus solis est ad tempus primi descensus Saturni vt 1. ad 3. sunt enim motus seu velocitates vt tempora ; spatia verò decursa vt 1. ad 9. 4. adde nifum illum planetæ ad seruandum eandem semper à sole distantiam DR ; inueniuntur autem vt suprà , puncta RTZS *dγ*. per quæ describitur linea his literis designata : hinc motus acceleratus circa apogæum ; hinc retrogradus : hinc statio : retrogradus autem plures gradus continet in Ioue , quàm in Saturno , vt fit in maiore arcu ; sint enim duæ tangentes figuram HLO , item aliæ

duæ tangentes figuram T Z S. ducantur, illæ continent maiorem angulum quàm istæ, est tamen motus retrogradus, Saturni diuturnior; quia primarum tangentium angulum ille arcus sustinet, qui habet minorem proportionem ad FP, quam habeat ad R d ille arcus, qui sustinet angulum, quem continent vltimæ tangentes; in his nulla est prorsus difficultas: deferri etiam censetur diameter R X in lineam E γ, eo modo, quo suprà dictum est, cum de Ioue, singula scilicet puncta, per lineas analogas curvæ, quam describit punctum R, nimirum R T Z e d γ. si quis autem à prædictis annulis solidis abhorreat illos omittat, per melicet, sintque in luna 3. motus recti, scilicet ad terram, ad planum eclipticæ, ad axem Eclipticæ, cum proprio circulari. In Venere & Mercurio tres iidem recti, & nifus, quo à sole æquè distare nititur, cum motu orbis; item in Marte, Ioue, & Saturno; nisi fortè tertius rectus necessarius non sit: nifus ille, in his quinque, supplet motum centri: si tamen annuli solidi ponantur in luna Venere, Mercurio, vt Iouialibus, res melius succedet.

XXXV. Nec est, quod dicat aliquis planetæ motum per dictam lineam esse irregularem & inæqualem; cum planeta eodem tempore decurrat RT & Ze; sicut motus trochi non censetur inæqualis; nempe decurrit RT quodam motu mixto, ex motu per quadrantem RS, & per arcum 3. gr. GH, vterque autem est æquabilis, cui adde primum illum rectum versùs centrum solis aut terræ: cur verò coniunctiones Saturni cum sole frequentiores sint, quàm Iouis, ideo fit, quia à puncto prioris coniunctionis R, vsque ad secundam γ, intercipitur arcus R γ. cum tamen à puncto F ad Q intercedat arcus F Q longè maior prior; in Marte verò longè maior. Reliquæ omnes passionēs motus longitudinis & latitudinis huiusmodi planetarum in hac hypothesi rectè explicantur; nempe latitudo prouenit ab altero motu recto versùs eclipticam, seruatō semper annuli parallelismo, vt suprà dictum

dictum est ; idem porro arcus pro diuersa distantia sub maiore angulo videtur ; hinc latitudo Martis in perigæo annuli longè maior videtur , quàm in apogæo ; Iouis item , & Saturni ; quamquam in minore proportionem ; quia scilicet maior est proportio distantiarum Martis apogæi & perigæi , quàm Iouis , & Iouis quàm Saturni ; hinc maior latitudinum differentia in Marte , quàm in Ioue ; & in Ioue , quàm in Saturno ; motus nodorum ex eo procedit quod motus latitudinis tardius absoluitur quàm motus orbis , vt suprâ explicatum est. Cur autem Australis latitudo maior appareat , quàm Borealis , ideo fit , quia planeta in limite Boreali positus , paulò altior est , ita enim locus apogæi solis id postulat , quod in signis Borealis hoc tempore situm est : sed in hoc nulla est penitus difficultas , vt suo loco demonstrabimus , quantum per obseruationes licebit ; quàm multa enim nescimus , quæ tamen noscenda essent , ad rem Astronomicam penitus demonstrandam : vt distantia solis , lunæ , vtriusque excentricitas , apogæi locus maxima & minima maximarum digressionum in Venere & Mercurio , oppositionum & stationum puncta , item distantia in tribus superioribus , maxima quinque minorum latitudo ; lunæ item aliaque id genus , quæ nunquam fortè haberi poterunt.

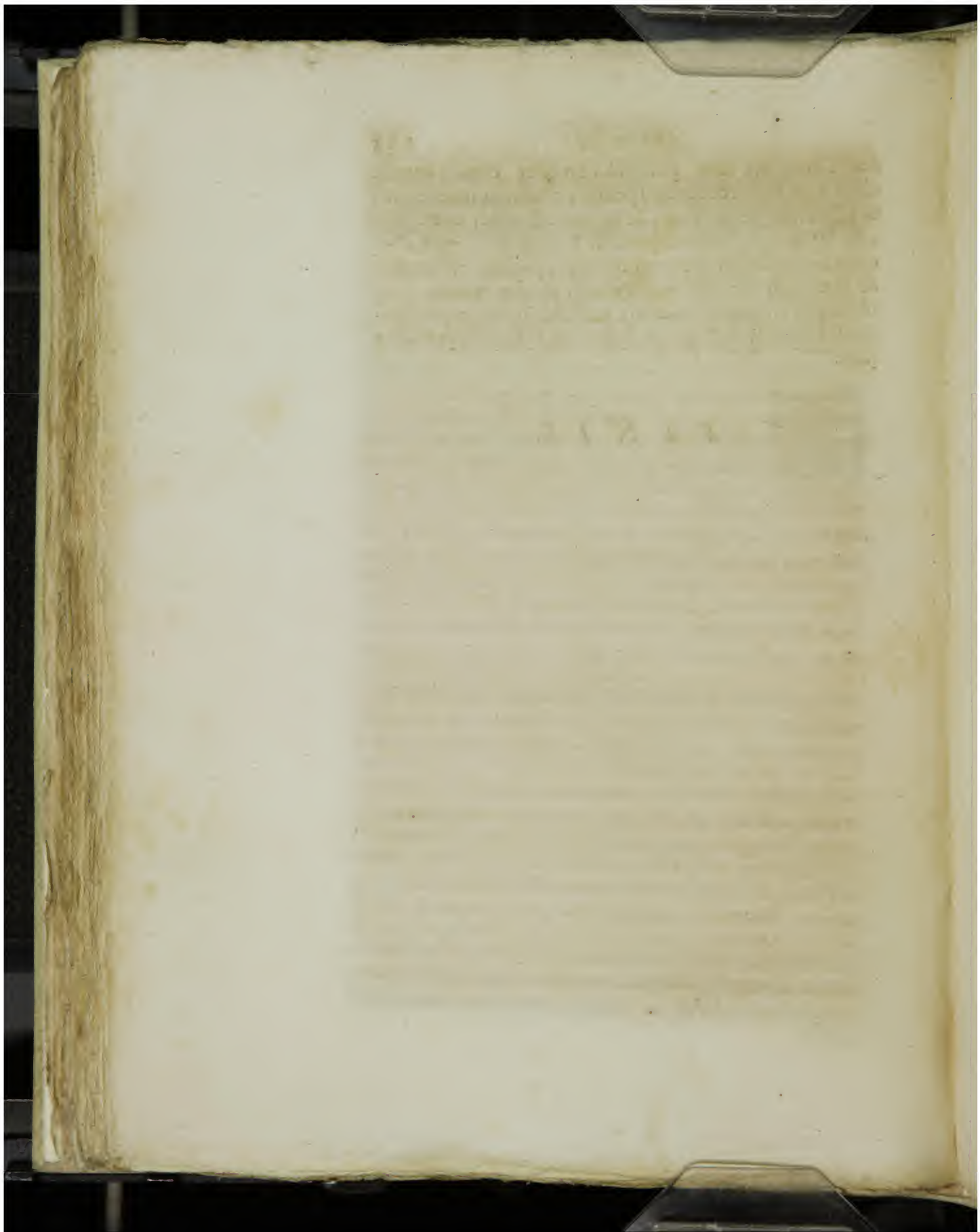
XXXVI. Annuli Saturnij motus facile explicatur ; nempe vna cum Saturno & luna Saturnia creatus , & simul cum illo , motu recto versùs terram moueri cœpit , ac deinde motu orbis & centri cum eodem nisu , vt suprâ , & motu latitudinis ; motu item raptus ab aura cœlesti ; & quia dictus annulus planus est , vt constat ex phœnomenis , motu raptus ad eum situm redactus est , in quo linea motus , nimirum longior diameter apparentis ellipseos , circulo diurno parallela semper est , vt diximus in *Dialogis* ; quamuis fortè alia diameter eidem circulo diurno parallela non sit , sed forsitan circa

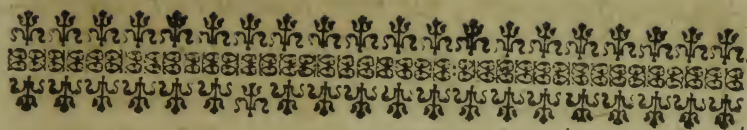
illam huc illuc libretur, ita ut in ipso æquatore, omnino parallelus sit annulus plano circuli diurni, ab ipso verò declinet 10. circiter gradibus, versùs tropicos, immò fortè ex illo nisu annuli, ad seruandum parallelismum, aliquid librationis, circa longiorem diametrum apparentis ellipsos factæ, sequitur, qua fiat, ut citra vitium tubi optici, optimis enim, Diuinianis scilicet utimur, limbus superior annuli modò assurgere, modò deprimi videatur, in primo autem illo descensu, motusurbationis cum recto coniunctus fuit, durauitque deinceps; idem dico de Iouis, Saturni & fortè Martis globo; ut ex recenti, verisimili saltem, si non certo phænomeno constat, nimirum ex macularum in Iouis disco apparenti motu circa axem, eclipticæ ferè parallelum; dixi verisimili non certo, quia hæc fortè sunt opaca corpora, quæ Planetæ disco non adhærent, sed circa illum voluuntur. De luna Saturnia idem dicendum est; illa nempe annulo solido affixa est, qui cum priori annulo primo motu recto motus est, tum motu centri & orbis, & motu latitudinis, cum eodem nisu ut suprâ, tum ad retinendam eandem à sole distantiam, tum ad seruandum cum interioris annuli plano perpetuum parallelismum: quid porro in his difficilè sit, non video.

XXXVII. Quod demum ad fixas pertinet, illæ mouentur motu raptûs ab aura illa cœlesti, item motu proprio tardissimo, circa axem eclipticæ, hæc enim reliquos motus corporum cœlestium in longitudinem determinat; ita porro creatæ sunt, ut is dumtaxat motus rectus præcesserit, necessarius ad acquirendum illum gradum velocitatis, quo similes arcus, in circulis suis eclipticæ parallelis, æqualibus temporibus, decurrerent; ac proinde eundem semper ordinem ab iis seruari necesse est; vtrum verò aliqua situm mutant, ex nouis phænomenis nonnemo deduxit; sic enim extrema Borealis cinguli Andromedæ situm mutasse visa est; sed profectò meram stellarum congeriem in dictæ stellæ loco, adhibita longioris tubi opera adspicio: at quod dictæ stellulæ situm

fitum mutant, tanti profectò non esset, cum in annulis circa alias maiores moueri possint, nimirum motu centri & orbis; sed de his fusè, & ex professo alibi; nunc tantum obiter, vt scilicet spiralem hypothesim, quæ alioquin nonnullos in errorem inducere posset, refutarem, & synopsis alterius explicarem, in qua retenta terra immobili in centro vniuersi, cœlestes motus æquè facile, imo faciliùs explicantur. Et hæc de Synopsi Optica sint satis.

F I N I S.





TYPOGRAPHVS LECTORI

HABES, amice Lector, Opticam
Synopsis. suis omnibus numeris ab-
solutam; permagnum sanè paruo in
volumine, opus: Nam ut innumera mittam
inuenta sagacissimi, curiosissimi que ingenij pas-
sim conspersa, vix quidquam, tum ab anti-
quioribus, tum à modernis Authoribus, qui
de hac materia scripsere, delibatum inue-
nies, quod in hoc libello non sit acuratiùs,
nouaque methodo pertractatum. Nondum ta-
men à me tibi planè satisfactum puto, nisi
duas hic attexam eiusdem Authoris litteras,
quæ nuper meas in manus venere: Nam
præter quàm quòd sunt maximè huius loci,
cùm non nisi cælestes Observationes, omnino
nouas, & planè Opticas contineant; certè
huius Auctoris vel leuissima fragmenta tam
singularem, tam reconditam doctrinam exhi-
bent, tantamque lucem in perscrutandis rerum

Ff

causis affundunt, ut non leuem toti Reipublicæ literariæ faceret iniuriam, quæ a privati dumtaxat iuris esse vellet. Opusculum verò perconditum doctissimi iuxta, & Auctoris nostri amantissimi Riccioli, de quo initio primæ Epistolæ, omittendum hoc loco censui, tum quia non pertinet ad huius libri institutum, tum quia exacto iam Paschate, intempestiva videretur ista Dissertatio. Satis itaque habui accuratissimi Observatoris Salvatoris Serræ Epistolam, quæ tota pertinet ad idem propositum, inserere: Erit fortè cum maiora dabimus, tu interea istis utere, ac Faue.



PRÆSTAN



PRÆSTANTISSIMO VIRO
CLAVDIO BASSETO,

Honoratus Fabri S. P. D.



VANDOQVIDEM certior à me fieri desideras, quid noui de re literaria in Vrbe agatur, Vir ornatissime, vt tuo desiderio, aliqua saltem ex parte, fiat satis, mitto tibi opusculum recens editum à Doctissimo viro, mihique amicitia, quod certe in selectis bonis numero, coniunctissimo P. Ioan. B. Ricciolo, de quæstione ante aliquot menses à nonnullis mora & agitata, circa Paschatis diem hoc currente anno celebrandam. Timebant illi, ne totis triginta quinque diebus tardiùs celebraretur, & lunam illam, cuius decima quarta in 20. Aprilis cecidit, non primi, at secundi mensis esse dicebant; nempe (aiebant) lunæ antecedentis plenilunium decima nona Martij fuerat, aliquot post æquinoctium horis; ac proinde illam primi mensis lunam fuisse, necessariò inferebant; Et cum decima nona in feriam sextam cecidisset, Pascha Dominicâ proximè sequente, nimirum die 21. celebrari volebant.

Quàm doctè, more suo, hic Auctor vanos illos terrores discutiat & prorsus dissipet, (nemo enim accuratiùs, diligentius ac fusiùs rem Astronomicam pertractauit) vbi opusculum ad te missum, vel leuiter lustraueris, statim comperies; docet autem, in Ecclesia haberi tantum rationem ciuilis æquinoctij, quod 21. Martij affixum est, non verò Astronomici, quod Astronomi, etiam celebrari, vix certò norunt; nam, crede mihi, tabulæ Astronomicæ, quamuis alioquin centies castigatæ etiamnum fallunt, & vera tropici anni quantitas nondum planè

F f 2

scitur ; quid quòd, vera solis excentricitas nondum habetur, igitur nec vera anomalia, nec etiam iusta distantia à centro mundi : Nihil dico de luna, cuius inconstantes motus nemo huc vsque ad certam regulam, omnis erroris expertem, reduxit ; plerique conantur, sat scio ; sed consule quæso prima rei Astronomicæ capita, & quot capita, tot sensus inuenies ; consule tabulas Astronomicas, Prutenicas, Tythonicas, Rudolphinas, Lansbergianas, aliasque recentiores, vt antiquas illas omittam ; quantum inter se differant, periti omnes sat norunt ; necdum finis ; sed hæc præter mentem.

Vt vt sit, Ecclesia æquinoctio ciuili vtitur, non Astronomico, à quo licèt illud intra centum annos Iulianos, paulò iusto longiores, vno ferè die retrocedat, omisso tamen die Bissextili anno 1700. & duobus centesimis succedētibus 1800. 1900. secus tamen quarto cētesimo proximè consequente, nimirum 2000. atq; ita deinceps, prædictus anni Iuliani excessus ferè compensatur, iuxta regulas Gregoriani Calendarij emendati : & si fortè post multa annorum millia, aliquid erroris obreperet, nec enim, vt dixi, iustam tropici anni mensuram habemus, tunc alius Gregorius, alius Iulius, alius Clavius facilè aderunt, ad nouam correctionem in multa item annorum millia instituendam. Sed vt dicam tibi, quod sentio, vani timores hoc anno fuerunt, & trepidauerunt homines vbi non erat timor ; nam vt leges in opusculo, æquinoctium posterius fuit 9. horis & paucis minutis, plenilunio, quod in 19. Martij cecidit, iuxta Tythonicum calculum : & quia fidem integram calculis non habui, ad obseruandum, eo die, me accinxi, & comperi, æquinoctium plenilunio 7. circiter horis posterius fuisse, idque duobus modis, nimirum ex loco lunæ, per stellas comperto, & ex tempore, opera Torcheti, vt vocamus ; Griembergeriani explorato,

Mitto etiam epistolam accuratissimi obseruatoris Saluatoris Serræ, ad ornatissimum virum D. Ioan. Lucium scriptam, & typis mandatam, de Iouialibus vmbreis & reuolutionibus Martis : mirum quantum cœlo itur hoc æuo, admota

admota maioris telescopij scala, cuius certè si antiquis Titanibus copia facta fuisset, Ioui ac cæteris veterum Diis maius negotiū faceffere potuissent: habemus enim Diuini- niana telescopia, non iā quinquaginta, vt elapsis proximè annis, sed sexaginta & nonaginta palmos lōga, quibus cœ- lestia phenomena exploramus. In Iouis disco maculas am- bulantes citra omnem dubitationem aspicimus, idque di- uerso motu, vnde multi verisimiliter deducunt, partim esse vmbas à Medicæis perigæis in discum Iouis proiectas, quod tamen alij etiam præstantissimi obseruatores, hodie- num pernegant; nam inderdum obseruarunt, inquit, vmbas abfuisse, cum adesse illæ, & ad fuisse, cum illæ abesse debuissent: partim maculas disco Iouis affixas, cuius reuolutione circa proprium axem, etiam maculæ diuerso ab vmbis motu reuolui videntur; sed aliqui rerum cœle- stium peritissimi dubitant, an maculæ illæ Iouiali disco affixæ sint; nempe obseruarunt, ab ortiuo limbo disci Io- uis ad nos conuersi, ad occiduum, paucis horis maculam progredi, & aliquot tantum post dies ad eundem limbum ortiuum redire; cum tamen totidem prorsus horis redire deberet, si Iouis disco affixa esset; quid fortè atrati qui- dam interponuntur comites, seu satellites, vt quidam olim de solaribus maculis perperam putauit.

Præterea vidimus pone Iouis discum nouum Pheno- meni genus, non eidem cœli plagæ semper affixum, sed Ioui semper non procul adhærens: Caudam cometæ dixisses, lucidis punctis distinctam; quid si vapor, vel halitus retro quasi proiectus, aut certè ex Iouis sphæra quoquouersum assurgens, in quo solis radij refracti, & vt aiunt, modificati, hoc rarum phenomenon nun- quam ab vlllo ante obseruatum exhibeant. Vidimus etiam plagam illam, quæ ad instar nebulosæ in Capro ap- paret, innumeris quasi punctis lucidis, potius quàm stellis distinctam, stellas haud dubiè longiore telesc- pio visuri: reliqua, quæ ad Iouem spectant, in annexa epistola leges.

Nouas obseruationes Martis habes in eadem Epistola;

Ff 3

nam & maculas obseruatores nostri in Martis disco perspicuè viderunt, & illarum motum obseruarunt, statueruntque; quamquam in certo motu definiendo, nondum plenè consentiunt; vnde Martis reuolutio circum axem, quam veteres coniecturâ tantum & analogiâ quadam assequeuti sunt, certis & indubitatis obseruationibus firmata manet.

In Venere ac Mercurio ex obseruationibus huc vsque factis, nihil tale habemus, & quantum conjicio, nunquam habebimus; nempe Venus ad instar cuiusdam lunæ est, quæ circa solem suos agit orbes. Vrgebo nostros obseruatores, vt maiores tubos in Venerem conuertant, in qua, si maculas viderint, earumque motum statuerint, pro diuersa obseruatione, de ipsa reuolutione diuersimodè statuendum erit: idem prorsus de Mercurio dictum sit.

Ad Saturnum venio, in quem non ita pridem obseruatores nostri Diuiniana telescopia conuerterunt; illi autem erant D. Saluator Serra, D. Ioannes Lucius, ornatissimi homines, & nunquam satis laudandus Diuinius noster; obseruarunt in Saturno illud phenomenon, de quo iam in *Dialogis* nostris; nimirum modò supremum Saturnij globi verticem supra verticem annuli extare, modò hunc vicissim supra illum; quod librationi annuli circa longiorem diametrum apparentis ellipseos tribui posse putabam; cum in Astronomia nouum non sit, planum Epicycli minorum planetarum hoc ferè modo librari, præsertim cum ratio physica minimè desideretur, de qua in *Dialogis*; hoc autem phenomenon citra vllam dubitationem obseruarunt: duo tamen addunt, quæ pro certis & indubitatis nondum habent; vident enim, globum Saturni modò attolli, modò deprimi intra annulum apparentem; ac proinde dum attollitur, annuli verticem superat, à quo superatur, cum deprimitur; sed inde illud longè maioris momenti deducere, nimirum Saturnium annulum ablegandum videri; cum inde sequatur, Saturni globum dicto annulo minimè comprehendi, sed corpus quoddam illuminatum ponè situm esse, quod modò

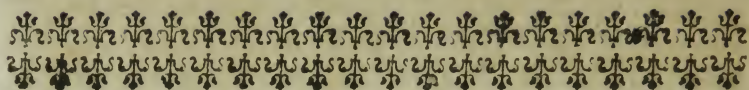
à

à Saturni globo tegitur, modò non tegitur; hinc globuli illi nostri fortè accersendi essent, additis tamen duobus aut quatuor aliis; sed quia dictus annulus mihi summo-
perè arridet, dum res incerta manebit, illum retinebo: moneo tantùm accurata obseruatione rem hanc definiri posse, ducta scilicet iuxta lentem ocularem, recta & iuxta tangente globi verticem, parallela maiori diametro apparentis ellipseos; si enim modò supra illam globi vertex, modò infrà appareat, haud dubiè, globus ipse sursum ac deorsum libratur. Alterum est, quod tamen nostri obseruatores pro certo non venditant, maculas scilicet in Saturno videri, sed donec longiùs telescopium adhibeatur, & æstui halitus, qui non parum obsunt, abigantur, res incerta manebit.

Iam ad alia descendo. Diuinius noster pro singulari, qua pollet industria, excogitauit facilem modum, quo citra solitam telescopij probationem, tornatæ lentis vitium facilè deprehendi possit: rationem item ita disponendi quatuor lentes, vt, siue longior, siue breuior tubus adhibeatur, æquè distinctum obiectum appareat; vtrumque suo tempore publici iuris faciet, & si ita vir antiqua consuetudine mihi deuinctus iusserit, ego vtrumque pariter demonstrabo. Idem quoque Diuinius, fracto, casu, pyrite durissimo, concham probè tornatam & striatam in eo reperit. Ludit etiam in saxi natura. Quædam etiam experimenta physica noua incogitanti mihi occurrerunt, de quibus ex professo aliàs.

Quod demum spectat ad vltimam solis Eclipsim, miratus sum, obseruationes Parisienses à nostris & vestris adeò discrepare, nempe hîc Romæ recti sunt digiti $10.\frac{3}{4}$. Lugduni 10.13.m. Parisiis 7.50.m. hîc autem cœpit hor. 6.30.min. ante meridiem, seu post mediam noctem, & eius duratio fuit hor. 2.14.min. Riccioli tabulæ, præ cæteris, ad verum propiùs accessere. Hæc raptim; Vir ornatissimè, quæso ignosce homini occupatissimo; aliàs plura; scribebam Idibus Aug. ann. 1666. Plurimum vale.

MARTIS



M A R T I S
 REVOLVBILIS
 OBSERVATIONES ROMANÆ,
 Ab affectis Erroribus vindicatæ.

ORNATISSIMO VIRO
 D. IOANNI LVCIO SVO.
SALVATOR SERRA. S. D.

QUOD hoc causæ sit, Optime Luci, ut hisce literis te compellem, aut non ignoras, aut illicò diuinasti; accipe tamen libenti animo, & legendi onus affectu quo me prosequeris leua. Cœlestia phænomena, ad quæ, dum Excellentissimo D. Cassino frueremur è tua specula obseruanda monitis amantissimis, ac frequentibus fermè impulisti, materiam præbent: Sed quid dico impulisti quem etiam nolentem eximia celeberrimi iam, & de tota Optica præsertim Astronomica benè merentis D. Eustachij Diuini telescopia inuitabant? Telescopia, inquam, non solum Domi tuæ eiusdem D. Cassini vsibus dicata, ac post eius discessum tua humanitate, ipsius placito mihi commodata; sed maiora etiam 50. 60. & parata palm. 90. quæ ad terrestria dumtaxat contemplanda non vtili adeo vsu iacebant.

iacebant. Parui, & ea qua potui diligentia institutas observationes ex condito Clarissimo Astronomiæ Profef-
 fori exhibui; præsertim verò Iouialium umbras, & Ecli-
 pses à prædicto Doctissimo Viro detectas, & alia quædam
 non rarò, cum per ocium licuit observauit, comunicati-
 que. Verùm quod solatij loco fuerat, modò est animo
 turbationi, & in aliorum dissidia trahor inuitus: Tu qui
 iamdiu me nosti, & qui D. Cassino (quanto viro Deus
 immortalis!) vltro currentem consuetudine deuinxisti,
 patere, vt quod de meis observationibus ipse sentiam,
 & credi velim paucis aperiam, ideoque iure an iniuria
 præstantissimus Astronomus de iis, quas D. Eustachius
 edidit observationibus querelas moueat.

Binæ verò sunt omninò controuersiæ, quæ me tangant,
 & quas modò examinare, atque prudentum iudicio, tuo
 præsertim subicere animus est: Prima de Iouis; Secunda
 de Martis circa proprium axem reuolutionibus, in quibus
 si aliquando à tanto Viro dissentire videar errandi peri-
 culo; scias velim, ac tecum omnes animo teneant rogo,
 me præclariùs putare ab eo vinci, quam vincere, sicut
 in veritatis inquisitione non qui eam commonstrat, sed
 cui commonstratur magnum habere lucrum, ac demum
 maximo mihi honori ducere tanti Professoris dignari
 censurâ.

Ad primam quod attinet inter præclara D. Cassini in-
 uenta recensendæ sunt Iouialium umbræ, seu Eclipses
 omnino similes iis, quas in Sole, ac Luna identidem præ-
 dicimus, & experimur; sed eæ multò crebriores, ac ma-
 iori subtilitate in tabulas, ac Ephemerides faciliùs dispo-
 nendæ. Harum Eclipsium observationes anno præterito
 per æstatem habitæ ansam dederunt nouis aliis inuentis,
 prout enarrauit summa fide prædictus Diuinus in Episto-
 la, quam de iis dedit ad illustriss. Virum D. Co: Caro-
 lum Antonium Manzinum typis edita, quæ compendio
 habet. Die 9. Iulij 1665. hor. 2. n.f. ad 5. circiter eiusdem,
 non tantum tertij satellitis umbram (mea quidem senten-
 tia) consueta currentem via, sed visam porro maculam

G g

alteram ferè similem supra ipsam vmbra apparenter Astronomicè, & æquali ad sensum velocitate incedentem; de quibus apparentiis tunc varij varia: Verosimilius tamen visum fuit admodum Reuerendo P. Cottignez Collegij Romani Mathematico nondum habenti tot vmbra observationes proprias, quot requirit prudens assensus, binas eas fuisse maculas in Iouis disco conuolutas; è contra ipse cùm D. Cassini autoritate, tum propriis observationibus, & experientia sufficienter edoctus, (vt infra explicabo) alteram certissimam vmbra, alteram probabilis macula futuro studio firmandæ nomine nuncupavi, cogitandum simul relinquens, an noua, seu satellitis alicuius noti, seu alterius ignoti corporis vmbra cognosci forrasse posset; cælum itaque seriò consulendum. De his interim fit certior D. Cassinus, qui & humanissimis literis ad me datis, & aliis impressis de mense Iulij maculam disco hærentem, vmbraue secundariam negat, aut ea ratione quia ipsemet eadem die, & hora observans tubo suo palmorum 24. maculam non aduertit observatæ vmbra imminentem, aut impressionem aliquam potiùs meteorologicam putans, nec in posterum experimento forsan probans, quia illi non licuerit observationibus incumbere, & publica negocia in Ciuitate plebis distinuerint, iunctis crebris itineribus, quæ ab vmbis, aut maculis inspiciendis retrahabant, vti per literas pariter ad me directas die 27. Augusti Romæ receptas initio Septembris; quando iam vltima Augusti die, ac secunda Septembris denuò datum est inspicere prædictam maculam tubo 25. palmor. ceu quandam appendicem alterius fasciæ vna cum motu non ipsius tantum macula, sed Zonæ totius, quæ in altera Iouis facie, aut nihil, aut parùm simili tubo conspiciebatur: Interea (quod ego scirem) dubio remanente P. Cottignez (qui post horas 50. reuerti obseruarat) an macula, an vmbra, aliud corpus existeret, animo semper meditans omnium harum apparentiarum causam communem reddere; Domino autem Cassino de his monito ad me nihil rescribente, donec

donec die 18. Septembris non solum motum hunc novum, sed motus Ephemerides duorum mensium datas die 24. & parum postea correctas accepi; ea etenim ratione se tacuisse in illud usque tempus post receptas meas observationes ait aliis litteris, ut qui nondum se cepisse credebant finem iam attigisse cernerent. Ista verò quàm consonent veritati nemo non Romæ Amicorum per id temporis novit, quo publicè, ut scis, habebantur observationes, & ad quæ si allata D. Cassini testimonia conferas nihil quod desideres remanebit.

Optabunt tamen alij fortassis argumenta, quibus errorum umbræ mihi adeò constent, ut eas tam audacter à maculis distinguam: His ut fiat satis præter D. Cassini solidissimas rationes, eiusdem, meique Fratris prædictiones in plurimum mensium Ephemerides dispositas, & nunquam non observationi respondentes; hæc quatuor brevissima, & clarissima probationum capita sunt.

Primò maculæ disco hærentes eandem inter se distantiam veram; situm, & motum eosdem perpetuò servant; umbræ nec inter se, nec cum maculis, ut ex hoc solo advertisse crediderim Admodum R. P. Cottignez maculas in Ioue observatas die 9. Iulij paucis transactis diebus non in eadem linea à se visas, sed alio situ non ambas fuisse disco hærentes, ut millies ipsemet notavi.

Secundò anno 1664. percurrerant hæ umbræ maiorem Iouis fasciam; anno 1665. supra ipsam incedebant vario motu iuxta variam satellitum latitudinem.

Tertiò macula index vertiginis in Ioue semper æquali tempore discum pertransit, umbræ omnino inæquali, referuntque satellitum suorum velocitatem: sic 4. & extimi umbra horis 5. tertij 3. secundi 2. primi 1. cum dimidia circiter discum subeuntes ab eodem emergunt.

Quartò tandem, & illud iucundissimum, ac evidentissimum præbuit argumentum observatio diei 2. Septembris 1665. qua cum macula observata sunt primi, & quarti, hoc est velocissimi, ac tardissimi satellitum Eclipses discum diverso tempore obscurantes, quarum circa medium

velocior affecuta fuit tardiolem, ac post coniunctionem breui temporis cursu intra discum solam reliquit. Quid in Astronomia his umbris clariùs appareat non ego sanè facile nouerim.

1. Quamobrem secunda vocat controuersia, Martis uidelicet reuolutio non vnum habens caput, quo Romanas arguit obseruationes D. Cassinus.

Primò autem non erat cur quereretur præreptam laudem primi macularum Martis assertoris, quas pridem D.D. Heuclius, & Gassendus in editis operibus indicarunt, ac proximè Admodum R. P. Ricciolius cum aliis à se citatis in Astronomia reformata publici iuris fecit, verosimilem etiam prædicens in se ipso cum cæteris omnibus planetis vertiginem.

2. Iouis turbinatio Romæ, vt dictum est, Domino Cassino adhuc silente, & ab initio contradicente, comperta septembri mense non solum Romanos, & Italos, sed Gallos etiam Astronomos excitauit ad reliquorum errantium syderum reuolutionem similem indagandam. Non opus igitur fuerat monitionibus D. Cassini, vt Mars obseruaretur circa proprium axem reuolubilis; monuit tamen humaniter de mense vsque Februario visas sibi maculas, de earum figura, situ, ac tempore silens, donec initis per nos obseruationibus die 24. Martij, & ab ipso receptis eas qualibet die ad eundem in Marte situm horis 24.40. circiter restitui scripsit die 3. Aprilis.

3. Sed in impresso schemate dicuntur hæ maculæ à die 24. Martij tubo Eustachij Diuini Romæ primùm visæ, &c. Numquid non hæc vera sunt? fortassè priùs eodem loco, iis obseruatoribus, eodem tubo sunt conspectæ? an solum postea? Apagæ sis; ingenua enim fuit hæc D. Eustachij, & aliorum confessio à se non antea visas ita distinctè vt reuolutionis indagandæ periodo deseruirent (vtpotè non eo tempore, quo terræ obuertebantur) cum non horis nimium incommodis 10. & 11. noctis, sed 2. aut 3. primùm potuere, ac non diuturnè incumbere, opportuniora tempora, vt accidit præstolantes. Qua autem

tem

tem fronte à D. Eustachio primus obseruator macularum orbi notarum post D. Cassini literas ad quamplures dici sustinuissem? Primum ergo visæ sunt à die 24. Martij &c. non ante, aut si mauis primum tubo 25. palm. ac subinde 60. vnoque verbo collectiue inscriptio illa venit intelligenda, non disunctiue, vt frustra valde fuerit D. Cassinus in adducendis testimoniis nimium familiarium mearum Epistolarum ad comprobandum id, quod solo nutu (cum haberet iam in scriptis) ab Amico obsequentissimo fuerat obtenturus. Non tollitur attamen quin D. Eustachius hanc laudem prioritatis sibi vindicet, cum placuerit aduertere Doctissimum olim Cassendum in Marte maculas obseruatas dicere cum suspitione reuolutionis *Philosoph. tom. 1. pag. 551. & 671.* tubo sanè Diuiniano, quem præstantiorem Galileano, ac aliis se habuisse gloriatur *eodem tom. 1. pag. 552. edit. Lugdun. 1658.* Idque euidentius admodum R.R.P.P. Ricciolij, & Sirsialis obseruationes conuincunt. Habemus enim in Epistolis Neapoli scriptis dictum P. Sirsalem tubos D.D. Fontanæ, ac Torricellij seposuisse tanquam habitis à Diuino 1649. longe, ac longius inferiores: Ipse autem P. Sirsialis anno 1655. & maculas obseruauit in Marte, & probabilem dixit reuolutionem, ope vtique Diuinianorum telescopiorum, quorum præstantia se, & Amicos beatos prædicat.

4. Quæ noua omninò Astronomis contingent, ea sunt exactior macularum descriptio, reuolutio, non ex hypothesi tantum, sed verè, & reipsa visa, ipsiusque periodus, ac tabulæ cum inæqualitatibus, anomaliis &c. vt in Ioue. Hic autem ex habitis obseruationibus non solum nostris, sed ipsius D. Cassini impressis, quam ille simplicem in singulos dies *luculenter probat*, ego duplicem reperi reuolutionem duorum, aut trium, non sex, aut plurium dierum interuallo, neque mihi videor diuinasse via, & methodo facillima procedenti: Hora namque ex gr. 1. noctis obseruatam in medio disco Martis maculam insigniorem post tres horas amplius non vidi: quarta ergo pars trium horarum spacio transacta; ergo integra reuo-

lutio hor. 12. aut prope perficitur. Sequenti nocte post horas 24. non idem Martis medium eadem hora, sed paulo post assequitur; ergo periodus 12. horas excedit, ergo 13. circiter horarum crassa quadam minerua potuit iudicari, donec repetitis observationibus exactius definiretur, prout factum adstantibus frequenter Perillustrib. D. D. Felice Saviolo, ac Francisco Nazario, aliisque uti eruditis, ita integerrimis, ac cælestium contemplationum studiosis viris; iterum enim ab extrema ferè disci ora ad ipsius medium hor. 2. cum dimid. circiter maculas promotas observaui; ergo &c. Error autem in his à me (fateor) committi potuit, tantus, ut duplum constituat non facile credam.

5. Maximè verò quia ad observationes D. Cassini, quod attinet eæ nostræ magis fauent hypothese, quam suæ: propterea quod successivæ macularum conversiones primo sol. impressæ hor. 2. cum dimid. aut 3. respectivè tantam hemispherij partem decursam signant, ut ad 12. horas magis, quam ad 24. indicandas ex inspectione schematum iuvent: moveantur enim per alias tres horas post cursum indicatum figuris 2. 3. 4. 5. 6. quis non videat maculas in facie ad nos converſa non amplius apparituras, & consequenter sex tantum horis maiorem valde, quam circuli totius Martialis partem quartam exacturas? Verè tamen hæ observationes neutri conveniunt hypothese, cum tribus horis 70. circiter gradus circuli in Marte existentes se decurrisse commonstrent maculæ primæ faciei, & 18. horarum periodum præter propter concludant contra eiusdem D. Cassini placita, & veriores alias observationes, nam in eius hypothese hor. 24. 40. tribus horis grad. 44. 58. 20. circiter tantum præterire debent, non 70. disci verò apparentis etiam circa medium tertiam ferè partem non duas ex quatuor iuxta opticas leges ipsi D. Cassino quam cui optimè notas.

Uterius isti successivæ conversioni non concinit observata resilientia à die 3. Aprilis ad 11. inclusivè, quia minuta 40. in singulos dies constituunt diebus octo horas

5. 20.

5. 20. quibus à situ in quo designantur die 11. Aprilis fol. 2. mouendæ sunt maculæ ad locum, quem occupabant die 3. hoc est tantumdem ferè spatij, quantum in successiva conuersione decurrebant horis 3. pariter ex inspectione schematum, & comparatione.

Porrò si accipias D. Cassini obseruationem die 3. Aprilis institutam pro eadem resilientia primæ faciei fol. 2. sub crepusculum videlicet hor. 0.40. circiter n. f. quo tempore maculæ secundæ faciei parum, aut nihil comparent ex nostris etiam obseruationibus tubo palm. 25. hora 4.40. in ipsius hypothese per obseruationem 30. Martij hor. 2. n. f. in medio disco ab ipsomet dicuntur, aut certè dici debent obseruatæ; ergo horis 4. valde maiorem, quam mediam disci partem attigerunt, cuius mediam tantum horis 6. quin paulo minorem deberent; ergo istæ etiam obseruationes hypothese hor. 12. magis, quam 24. conducunt.

Ad hæc die 24. Martij hor. 0.30. n. f. mihi primò obseruata est nigrior macula, secundæ faciei circa medium discum; die verò 30. hor. 2. cum dim. circiter: (D. Cassino hor. 2.) ergo sex dierum curriculo post duas horas resilientiæ eundem tenet medium locum, videlicet post minuta 20. singulis diebus simul collecta: In hypothese autem D. Cassini die 30. eundem tenere debuisset locum post hor. 4. hoc est post minuta 40. in singulas dies tandem simul collecta, & sic hora 4. cum dim. noctis; ipse autem obseruauit 2. fol. hor. 2. n. f.

Tandem si placet adhuc obserua D. Cassinum die 3. Martij hor. 3. n. f. Bononiæ maculas maxime ad latus, & longissimè à medio disco in successiva conuersione primæ faciei fol. 1. schemate signato 2. constituisse; Dominum verò Campanum eadem die 3. hor. 3. cum dim. Romæ (quæ ob differentiam meridianorum Bononiæ essent hor. 3.22.) maculas in ipso meditullio habere eod. fol. 1. in fig. notata H. ergo, vel ista nimium discordant, vel nimium mihi fauent tam celeri motu min. 22. Nec authoris longe Doctissimi sanè, sed maioris forsan tubi defectu.

6. Hac

6. Hac etenim de causa tantum se non deceptum similitudine macularum ad me rescripsit, ita ut valde postea miratus fuerim eum mirari de Eustachiano typo secundam ipsi faciem representanti primæ valde similem, cum ipse simillimam dixerit, & quod magis adhuc mirer descripserit deinde num. 11. & 111. primi fol. ubi ad latera se offerunt obseruanti maculæ obliquiores, & ut dicitur *in iscorcio* ex natura globi, & perspectiue regulis minores. Quæ enim fieri potest, ut maiori tubo palm. 45. (eoque perfectissimo, ac tam facile tractabili, ob octangulam nouam formam, ut vno tantum circa medium fulcimento sustentatus à directione ne hilum quidem diuertat) minores quam tubo 24. palm. appareant? & quæ foret audacia obseruationem negare, cuius testes omni exceptione maiores damus? Non igitur eadem hora 2. n.f. 30. Martij conspici potuerunt eæ maculæ, & ea forma, qua describit D. Cassinus 2. fol. ut D. Eustachij typum euertat; sed ut vera sit obseruatio tunc Bononiæ habita, quam verissimam puto, ea facta fuit post hor. 2. quando maculæ ad medium discum progressæ maiores apparere potuerunt, velut in successiua conuersione fol. 1. n. 4. & 5. notatur, aut forte minus telescopium imposuit.

Speramus autem incomparabilem D. Cassini diligentiam, quam hic à nobis aliqua ex parte passus est desiderari, vel obseruationibus maiori tubo adornandis, vel ope calculi consensuram ea ingenuitate, qua circa maculam, in Ioue visam die 9. Iulij 1665. quam prius, ut supra, reprobauerat in tabularum editione se retractauit; magni nempe viri est errores, si qui subrepant illicò agnoscere, fateri, emendare.

7. Duo modò superessent ipsius argumenta pro periodo hor. 24. 40. rejicienda; sed primum ab Auctore suo solum est, cum post horas 13. aut 14. circa marginem Martis non visa macula vaporum dicitur forsan impedimento. Secundum autem eadem tollitur facilitate, quia expectatis distantibus inter se obseruationibus; non hor. 12. 20. ut gratis ab ipso supponitur, sed 12. 10. circiter perfici

à

à me dicitur periodus, ex hypothese omnibus respondente observationibus tam pro immediata reuolutione hor. 12. 10. quam pro restitutione ad medium disci post horas 24. 20. (non 40.) ac tandem pro integra resilientia, & restitutione retrograda, ut ita dicam, spatium dierum 36. autem prope, non aut 18. quod in hypothese hor. 12. 20. contingere non inficior; sed eam frustra cum aliis imaginariis hypothesebus à nemine probatis, aut assertis impugnat fol. 3. D. Cassinus, quem, ut æqui bonique consulat rogo eas à me negari unquam admittas, & in hoc solum insistere ex præcitatis observationibus. Primo duplam, non simplicem in singulos dies inferri planetæ reuolutionem. Secundò eam hor. 12. 10. circiter absolui: & tandem tertio ex futuris observationibus magis limitandam, ac in tabulas redigendam, quod ipsi tanquam præstantissimo, ac celeberrimo Astronomo iure merito reservatur.

8. Constare interim memineris, Optime Luci, Diuini-
 nianum typum lucem vidisse ante Cassinianum, aut D.
 Campani; fol. etenim secundo D. Cassinus dicit: post edi-
 tas Bononiæ observationes suas, & Romam missas, se re-
 cepisse Bononiæ 12. die mensis Aprilis typum Martis præ-
 dictum: missus igitur Roma fuit die 7. Aprilis: Igitur sal-
 tem editus est Romæ die 6. igitur ante editionem obser-
 uationum D. Cassini, quod facile demonstratur, nam
 fol. 1. habet primam Martis faciem à die 3. Aprilis ad diem
 7. eiusdem sibi obseruatam: Igitur ante diem 7. schema
 D. Cassini ære incidi, & folium typis mandari non potuit;
 igitur die tantum 8. publicatum, & editum, vnoque ver-
 bo Romam missum die 10. & receptum 15. Aprilis, ut ex
 Epistolis D. Augustini Pinchiarj ad me amicissimè datis,
 ac aliis; noster autem typus incidi non potuit post diem
 6. Aprilis, & Bononiæ receptus est die 12. eiusdem, ut
 supra; ergo &c.

Et hæc sunt, Optime vir, quæ reponenda duxi ad Ro-
 manarum nostrarum observationum fidem contestandam

Hh

iis argumentis, quæ diuturna hæc absentia nouarum defectu suggerere valuit tibi cognitæ tenuitati : Tibi inquam harum rerum vti peritissimo, ita D. Cassini, meique Amico candidissimo, vt si non affatim contemnenda iudicaueris, & Doctissimis istis viris, quos benè nosti, & ipsi D. Cassino amicè communices. Interim valere inbeo tam carum caput, præclarosque eos viros, quibuscum viuus, vt nobis diu, fælixque viuas.

Ex Castro S. Gregorij Tyburtinæ Diœceseos prid. Cal.
Iunias 1666.



PRÆSTAN



PRÆSTANTISSIMO VIRO
CLAVDIO BASSETO;

Honoratus Fabri S. P. D.



NIHIL vnquam prætermittam, Vir ornatissimè, quo tuis votis ac desideriis morem geram: Nouas obseruationes sæpiùs à me postulasti, en tibi aliquas à P. Ægidio Francisco de Cott'gnez nostro Mathematico mihi literaliter communicatas. Adhibuit ille inter obseruandum optima Telescopia nimirum 23.33. & 45. palmorum. Anno igitur 1665. die 9. Iulij obseruauit duas maculas mobiles in Iouis disco, alteram in primâ, seu quæ per centrum it, fasciâ, alteram in secundâ, quæ proximè illi succedit: quinque circiter horis, ab ortiuo limbo ad occiduum, æquali, quo ad sensum, motu, vtraque peruenit; eo tempore vna Medicea inter Iouem & Solem sita erat. Die 14. Iulij, vtraque rursus apparuit; ita tamen vt secunda macula, primam aliquantulum antecederet, ac proinde ad limbum disci occiduum citiùs perueniret, primâ post se relicta; quo etiam tempore, vna ex Mediceis solem inter & Iouem posita erat. Die 19. vtraque rursus visa est, & secunda etiam multo citiùs limbum occiduum attigit, quàm prima; quo tempore nulla Medicea solem inter & Iouem versabatur. Die 19. Augusti, insignis macula sub aspectum venit, tertiæ fasciæ, ad supernum latus, adhærens, quæ tribus ferè horis totum Iouis discum percurrit. Die 21. Augusti duæ maculæ valde conspicuæ visæ fuerunt, vna scilicet tertiæ fasciæ adhærens, & in omnibus conueniens cum macula die 19. Augusti obseruatâ; altera verò in secunda fasciâ sita, eaque

Hh 2

supra modum atra ; guttam Atramenti in carta candida dixisses ; hæc etiam ab ortiuo limbo , ad occiduum mouebatur ; Hoc tempore vna Medicea sub disco latebat , & cum primùm hæc emergere cœpit , atra illa macula 4. ferè digitis ab occiduo limbo distabat. Die 29. iterum visa est prima illa macula tertiæ fasciæ adhærens, eodemque modo moueri , quo die 19. denique die 31. Augusti , item 5. & 10. Septembris , eadem macula cum eodem motu & situ apparuit.

Anno 1666. diebus 27. 28. 29. 30. 31. Augusti, item 6. & 8. Septembris , visa est semper in Ioue aliqua macula ; in prima scilicet fascia, seu non procul ab illa, cum motu ferè ad fasciam illam parallelo ; excipio tamen illam , quæ die 30. Augusti apparuit, nam hora noctis $\frac{1}{2}$. iuxta horologium Italicum , macula tantulùm à centro Iouis diffita, versùs ortiuum limbum, media sui parte infrà fasciam extabat ; hora verò 2. ad centrum Iouis peruenerat , fasciæ paulò altiùs immersa ; hora demum 3. vicinior occiduo limbo, quàm centro, tota fasciæ immergebatur : reliquis diebus, quibus per nubes obseruare licuit, nonnullæ in fasciis inæquales salebræ , sed maculæ nullæ visæ fuerunt. Die porro 30. Augusti, quarta in Ioue fascia obseruata est, primæ omnino parallela, ita vt prima inter hanc & secundam media, æquali ab vtraque distantia sita esset ; sed hæc quarta fascia, sex tantùm digitos longa, ab vtroque limbo æquè distabat, latitudine verò æqualis ferè secundæ, sed minùs conspicua. Die 6. Septembris eadem visa est , sed diuerso situ ; nam ab ortiuo limbo versùs axem, id est, versùs rectam per centrum Iouis euntem , ac diuidentem fascias ad angulos rectos, excurrebat inquã versùs axem, quatuor tantùm digitis ; obseruationẽ per tẽpus vltra producere non licuit.

Die 31. hor. noctis 2. 45. min. in Iouis limbo occidentali tumor lucidus paulò infrà secundam fasciam apparuit , & paulò post, Medicea, quæ latebat, emerfit ; item die 5. hor. noctis 3. 40. min. infrà tertiam fasciam, Medicea statim emergente. Item die 6. hor. noctis 1. 43. min. infra tertiam fasciã, idq; magis conspicuè, ac Medicea pariter emergente.

In

In Saturno singulis diebus apparuit fascia parallela maiori diametro apparentis ellipseos, paulò infra centrum globi ducta, lata vnum digitum diametri eiusdem globi.

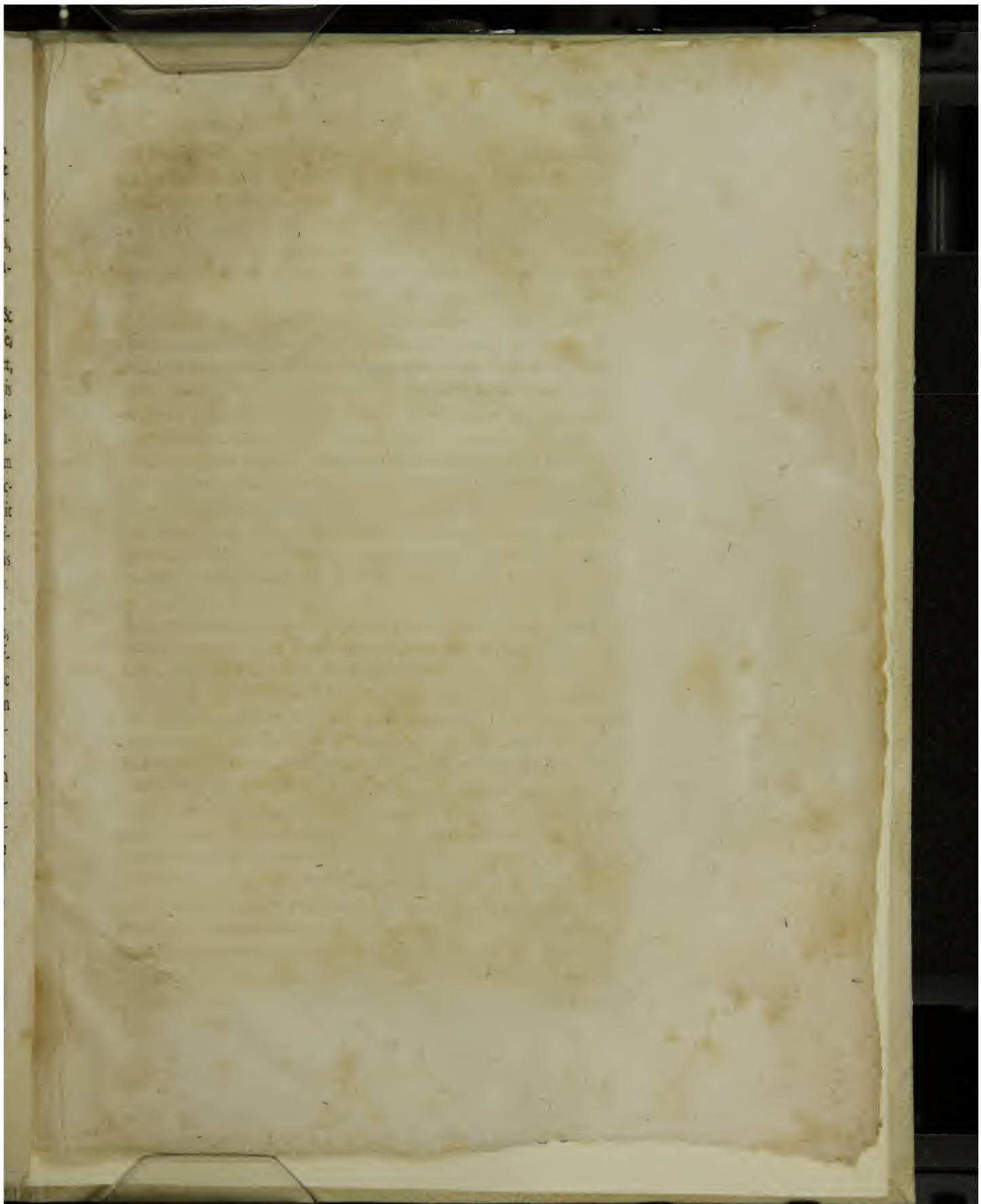
Addit P. De Cottignez, tubos optimos à se adhibitos fuisse, qui certè nullis aliis Romanis cedant; quibus scilicet nonnulla in cœlis distinctè obseruata sint, quæ aliis vix obscurè obseruari potuerunt, quod citra cuiuspiam iniuriam vult, esse dictum; adhibuit etiam suarum obseruationum testes, rerum istarum peritos, nimirum P. P. Carolum Burfam, Francisc. Sansedonium, Georgium Cottonum, ita vt ea quisque seorsim à se obseruata annotaret, reliquis inconsultis; & sanctè iurat, omnium obseruationes semper conuenisse.

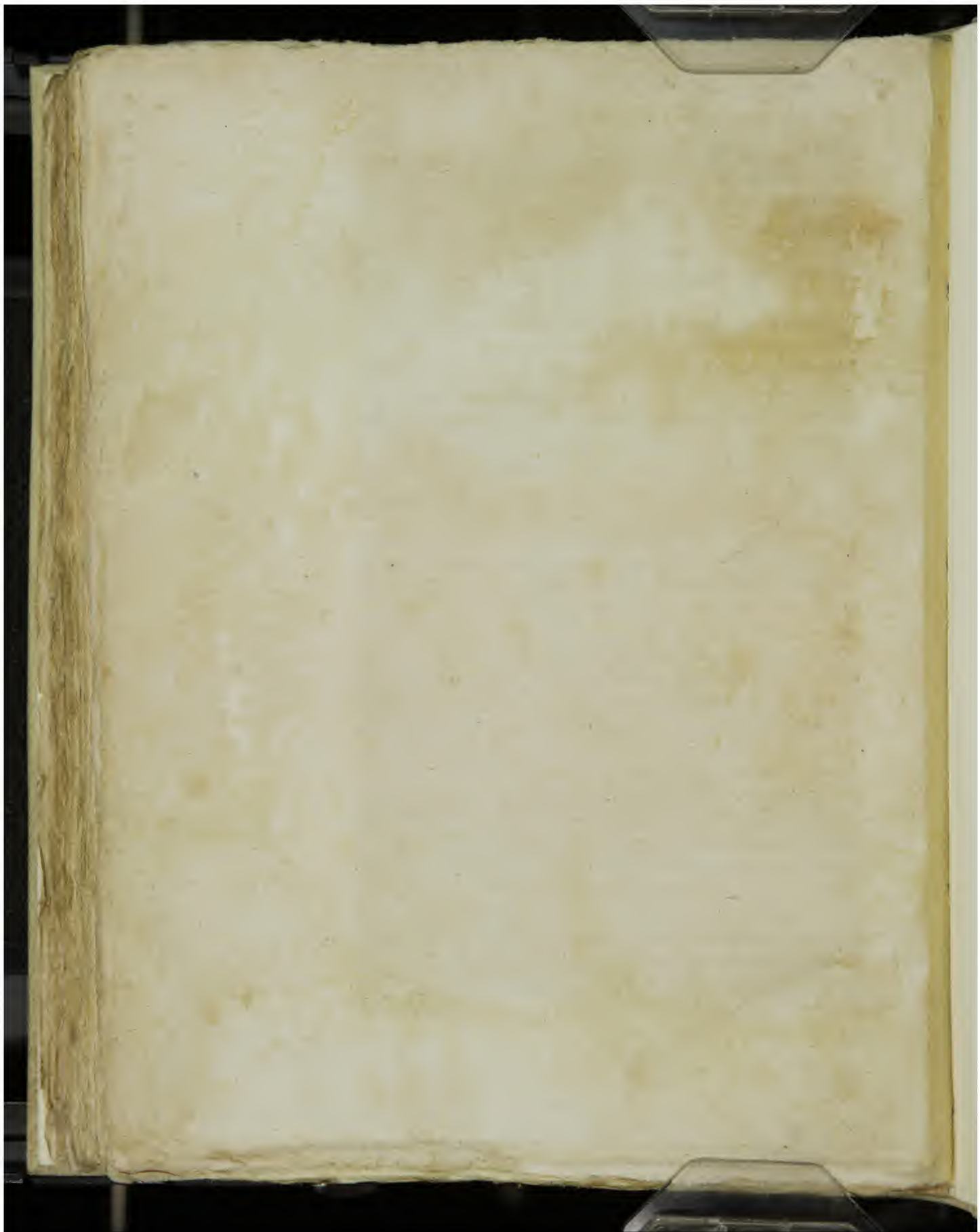
Denique ex præmissis obseruationibus tria infert, quæ paucis perstringo: primò aliquas maculas in Ioue apparentes non esse umbras à Mediceis interpositis proiectas; quia scilicet eo situ sunt aliquando Mediceæ, vt proiectæ umbra in maculas apparentes terminari nequeant.

Secundò probabiliùs sibi videri, maculas apparètes, nūquam esse umbras; quod probat. 1°. quia illa macula quæ apparuit die 9. Iulij ann. 1665. si quæ vnquam aliàs, umbra esse debuisset, proiecta scilicet à Medicea interposita; sed hæc umbra non fuit; nam eadem deinde cum socia die 14. & 19. Iulij apparuit, quo tempore, saltē 19. Iulij, nulla ex Mediceis eo situ erat, vt umbra projicere posset Probat. 2°. interpositis quandoque solem inter & Iouem Mediceis, nulla macula visa est, vt diebus 31. Augusti 5. & 6. Septembris; aut certè si visa est, à Mediceis umbra, eò projici non potuit, vt constat ex loco Mediceæ emergentis, & situ maculæ visæ obseruatis: Immo aliis etiā diebus quibus, Mediceæ interiectæ fuerūt; nulla tamen macula, nulla umbra prorsus apparuit. Probat. 3°. quia si maculæ umbræ proiectæ essent, haud dubiè, iuxta statas optice regulas, diameter umbræ minor esse deberet diametro Mediceæ, à qua proiecta est, sed maculæ sæpe maiores visæ sunt. Probat demū 4°. quia si maculæ essent umbræ à Mediceis proiectæ, essent omnino similes in colore, quocumque tandem tempore

viderentur; sed valde dissimiles visæ sunt, ex nimirum, quæ ab eadem Medicea projicerentur; v.g. macula quæ 21. Augusti ann. 1665. apparuit, cum ea collata, quæ die 9. Iulij observata est, de quibus tantum dici posset, ob Mediceæ situm, quod umbræ reuera essent, valde dissimilis, apparuit; nempe observata die 21. nigerrima fuit, & omnibus aliis observatis dissimilis.

Tertio infert, maculam observatam die 9. Augusti & sequentibus ann. 1665. Iouis disco affixam non fuisse; quod probat 1°. quia alioquin die 9. Iulij etiam apparuisset, quo tamen minimè apparuit: probat 2°. quia cum Iouis discus ad nos conuersus, auerso æqualis physicè censeatur, æquali uterque tempore conuertitur; igitur cum macula illa tribus ferè horis ab ortiuo limbo ad occiduum perveniret in disco conuerso, tribus etiam in auerso ab occiduo ad ortium redire debuisset, si esset affixa; sed rediit tantum, non post tres, sed post septem horas, à limbo scilicet occiduo ad ortium; unde necessariò sequitur, Iouis disco affixam non fuisse: probat 3°. quia licet à die 20. Augusti anni 1666. usque ad 10. Septembris, singulis noctibus, cælum consultum sit, prædicta macula visa non est, quamvis haud dubiè videnda fuisset, si Iouis disco esset affixa. Huc usque P. De Cottignez, in quo, crede mihi; nec observandi peritiam, nec meliora telescopia, quispiam desideret. Sed vnum etiam, præter alia multa, ex observationibus factis die 30. Augusti & 6. Septemb. ann. 1666. inferri posse, mihi videtur, Iouem nimirum circa proprium axem volui; nam quarta illa fascia in medio disco, sex digitos longa eiusdem terminis ab utroque limbo æquè distans, die 30. observata, 6°. deinde ita visa est, ut ortium limbum attingeret, & in occasum excurreret tantum ad 4. digitos; & si per tempus observatio produci potuisset, excurrisset ad 6. digitos, extremitate ortiuæ limbum ortium adhuc attingente, à quo sensim deinde recedere visa esset. Sed hæc fusiùs quàm fortè par esset; cras altera mittam; Vale, scribebam Romæ die 15. Septembris ann. 1666.





005643682

